

KARINA NUNES DE SIMAS

**RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DA PALMEIRA-REAL (*Archontophoenix
alexandrae*) ORGÂNICA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA,
APLICAÇÃO EM BISCOITOS FIBROSOS SEM GLÚTEN E AVALIAÇÃO
SENSORIAL PELO CONSUMIDOR CELÍACO**

FLORIANÓPOLIS

2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

Karina Nunes de Simas

RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DA PALMEIRA-REAL (*Archontophoenix alexandrae*) ORGÂNICA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, APLICAÇÃO EM BISCOITOS FIBROSOS SEM GLÚTEN E AVALIAÇÃO SENSORIAL PELO CONSUMIDOR CELÍACO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito final à obtenção do Grau de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientadora: Dra. Renata D. Mello Castanho Amboni

Florianópolis

2008

RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DA PALMEIRA-REAL (*Archontophoenix alexandrae*) ORGÂNICA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, APLICAÇÃO EM BISCOITOS FIBROSOS SEM GLÚTEN E AVALIAÇÃO SENSORIAL PELO CONSUMIDOR CELÍACO

Por

Karina Nunes de Simas

Dissertação aprovada como requisito final para a obtenção do título de Mestre no programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, pela comissão formada por:

Presidente: _____

Prof^a Dra. Renata Dias de Mello Castanho Amboni (UFSC)

Membro: _____

Prof^a Dra. Alicia de Francisco (UFSC)

Membro: _____

Prof^a Dra. Edna Regina Amante (UFSC)

Membro: _____

Prof. Dr. César Damian (UFSC)

Membro: _____

Dra. Martha Zavariz de Miranda (EMBRAPA)

Coordenadora: _____

Prof^a. Dra. Marilde T. Bordignon Luiz (UFSC)

Florianópolis, março de 2008.

Dedico

Aos queridos mestres de minha vida, meus pais, que sempre me impulsionaram na busca de novas oportunidades e melhores caminhos. Meus agradecimentos por terem compreendido a minha ausência por longas horas durante todo esse tempo de estudos.

Ao querido irmão, meu grande companheiro, por todo carinho e amizade.

Ao eterno namorado, Bri, pela valiosa amizade e amor e pela presença constante em minha vida, mesmo que a longas distâncias.

À querida professora Dra. Edna Regina Amante, minha segunda mãe, pelo brilhante e inesquecível caráter e pelo marcante carisma para com seus muitos “filhos” do Laboratório de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Santa Catarina.

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram para a concretização de mais um objetivo de minha vida, meu sincero agradecimento, em especial:

À Universidade Federal de Santa Catarina, por todas as oportunidades que me foram concedidas durante os períodos de graduação e pós-graduação e por todos os conhecimentos adquiridos durante esses sete anos de estudos na universidade.

À querida professora Dra. Renata Dias de Mello Castanho Amboni, pessoa admirável e amiga, por sua orientação e presteza durante todo o período de pós-graduação. Agradeço muito pela amizade, carinho e apoio, que foram muito importantes para a concretização deste trabalho.

À querida “ajudante” e estagiária Leila do Nascimento Vieira, pessoa admirável e inteligente, sempre disposta a ajudar. Obrigada pela amizade e brilhante ajuda durante esse período.

Aos meninos do laboratório, Leila, Rô, Manu, Ká Tramonte, Cris, Ioiô, Janete, Sandra, Fabi, Luísa, Gerson, Carlise e Ju, pela família que constituem e por toda ajuda no desenvolvimento desse trabalho.

Às amigas, Manoela Alano Vieira e Rossana Podestá, pela amizade e carinho, e por estarem presentes em todos os momentos, na alegria e na tristeza.

À Cristiane Manfê Pagliosa e Fabiane Picinin de Castro, pela amizade, risadas, estudos e companheirismo.

Aos queridos amigos, hoje à longa distância, Elô e Thiago, pela amizade e apoio. Adoro vocês!

Ao grande amigo nutricionista, Nilo Sérgio Iracet Nunes, por me incentivar a prestar a seleção do Mestrado, que sem dúvida, foi uma importante etapa de minha vida.

A todos os colegas e amigos de sala de aula, em especial ao Ismael Rockenbach, Ana Cristina Prado e Estela de Sá.

Ao professor Maurício Sedrez Reis do Departamento de Fitotecnia da UFSC, por me fazer entender e gostar de estatística e por toda contribuição para o trabalho.

Aos queridos professores, Elane Schwinden Prudêncio, Pedro Luiz Manique Barreto, Ana Carolina Maisonnave Arisi, Jane Mara Block, Edna Regina Amante e Alicia de Francisco, pelas aulas e oportunidade de aquisição de novos conhecimentos.

Aos técnicos administrativos Maria Inêz Nava Azevedo e Sérgio Souza, por toda ajuda e compreensão.

Ao sempre prestativo Luciano Valdomiro Gonzaga, por toda ajuda concedida à equipe do LFH.

A todos aqueles que contribuem para a preservação e higiene do nosso local de trabalho, em especial ao seu Bento, Dona Maria e Dona Sônia.

À Pró-Reitoria de Orçamento, Administração e Finanças, pela gentileza e apoio na concessão de todas as correspondências necessárias para o teste sensorial dos biscoitos por consumidores celíacos.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pró-Reitoria de Pós-Graduação pela concessão de todos os envelopes e xerox para o teste sensorial de aceitabilidade global *in home*.

À Associação dos Celíacos do Brasil de Santa Catarina (ACELBRA-SC), em especial à presidente Odette Maluf Teixeira, por todo o seu apoio para o desenvolvimento dessa pesquisa. Parabéns pelo trabalho e obrigada pela oportunidade!

A todos os julgadores celíacos que participaram dos testes sensoriais, pela participação e interesse.

À Vegetal Brasil, pela concessão das matérias-primas (bainhas foliares) e pelo total apoio e incentivo para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao Ademir Ramos, por seu espírito empreendedor e valorização do nosso trabalho. Muito obrigada por toda a ajuda!

À Phytomare, Agropalma e Univeler, pela concessão de ingredientes para o desenvolvimento dos biscoitos.

À professora Dra. Evanilda Teixeira pela disponibilidade do Laboratório de Análise Sensorial para o desenvolvimento dos biscoitos sem glúten.

À professora Dra. Alicia de Francisco e Dra. Rosane Costa Beber por toda contribuição para as análises de glúten e fibras dos biscoitos.

À Companhia Integrada de Desenvolvimento de Santa Catarina (CIDASC), em especial, aos funcionários Clóvis de Bem e Clóvis Pires, pela disponibilidade, dedicação e auxílio no desenvolvimento da análise de minerais.

Ao Laboratório de Propriedades Físicas de Alimentos (PROFI) da UFSC, em especial ao Prof. Dr. João Borges Laurindo, por permitir a realização das análises de textura e à Dra. Carmen M^a Oliveira Müller, por todo o auxílio em todas as análises realizadas com o texturômetro. Muito obrigada!

Ao Laboratório de Imunologia Aplicada à Aqüicultura (LIAA) da UFSC, em especial à Professora Marguerita e alunos Rafael e Delano, pelo auxílio nas análises microscópicas.

Ao Laboratório de Ciências Morfológicas do Centro de Ciências Biológicas da UFSC, pelo auxílio para o desenvolvimento das lâminas histológicas.

A Capes, pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho.

A todos acima e aqueles que não mencionei, mas que contribuíram para a realização deste trabalho, os meus profundos agradecimentos. Muito obrigada!

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais volta ao seu tamanho original”

Albert Einstein

SIMAS, Karina Nunes de. **Resíduo do processamento da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) orgânica: caracterização físico-química, aplicação em biscoitos fibrosos sem glúten e avaliação sensorial pelo consumidor celíaco**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

RESUMO

A industrialização do palmito para produção de conservas contribui para a geração de grande quantidade de resíduos sólidos, dentre eles folhas e bainhas foliares. O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades tecnológicas, físico-químicas e sensoriais dos resíduos do processamento da palmeira-real (bainhas foliares) na elaboração de biscoitos fibrosos sem glúten. A microestrutura das bainhas foliares foi avaliada utilizando microscopia eletrônica de varredura e microscopia de fluorescência. Farinha de palmeira-real foi elaborada e avaliada quanto à composição química, açúcares neutros, ácidos urônicos e atividade antioxidante em extratos metanólicos e aquosos pelos métodos 2,2-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS) e 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH). A composição química e propriedades físicas de biscoitos sem glúten contendo diferentes concentrações de farinha de palmeira-real (0-30 %) foram, também, determinadas. Amostras de massas de biscoitos sem glúten foram avaliadas através da análise de perfil de textura e os parâmetros de firmeza, adesividade, consistência, coesividade e elasticidade foram calculados. A preferência sensorial de biscoitos contendo 10, 20 e 30 % de farinha de palmeira-real foi determinada através de um teste ordenação preferência por vinte e um consumidores celíacos. A aceitabilidade global e intenção de consumo *in home* do biscoito preferido foram avaliadas por uma escala hedônica e de atitude de cinco pontos, respectivamente, por cento e um consumidores celíacos. Um questionário foi utilizado para auxiliar no recrutamento dos consumidores e estabelecer correlações dos dados coletados com os resultados dos testes sensoriais. Foi evidenciada a presença de drusas, depósitos de oxalato de cálcio, nas micrografias eletrônicas de varredura das bainhas foliares, o que corrobora com o teor de cálcio detectado na farinha de palmeira-real. A farinha de palmeira-real apresentou elevado teor de fibras alimentares e minerais, principalmente potássio, cálcio, magnésio e ferro. Os açúcares neutros em maiores proporções foram xilose, glicose e arabinose, indicando a presença de celulose e hemicelulose (arabinoxilanos) na farinha de palmeira-real. Extratos metanólicos apresentaram maior atividade antioxidante, havendo diferença significativa em relação aos extratos aquosos ($p \leq 0,05$). A adição de farinha de palmeira-real influenciou as características de textura das massas. Biscoitos contendo as maiores concentrações de farinha de palmeira-real apresentaram maior firmeza e necessitaram de maior força de fratura inicial. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre a preferência sensorial dos biscoitos com 10 e 20 % de farinha de palmeira-real. A aceitabilidade global do biscoito contendo 20 % de farinha de palmeira-real foi de $4,50 \pm 0,69$ e intenção de consumo de $4,30 \pm 0,60$, o que caracteriza o produto como aceitável. Não foram evidenciadas correlações de preferência e grau de aceitabilidade do biscoito com as características socioeconômicas/demográficas dos consumidores celíacos. Os resultados do teste de aceitabilidade do biscoito sem glúten, por consumidores celíacos, justificariam a utilização da farinha de palmeira-real no desenvolvimento de novos produtos enriquecidos com fibras.

Palavras-chave: *Archontophoenix alexandrae*, farinha de palmeira-real, biscoito, sem glúten, fibras dietéticas, análise de perfil de textura, microscopia, análise sensorial.

SIMAS, Karina Nunes de. **Organic king palm (*Archontophoenix alexandrae*) processing residue: physicochemical characterization, application in gluten-free fibrous cookies and sensory evaluation by celiac consumer**. 2008. Dissertation (Master on Food Science) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

ABSTRACT

The industrialization of the heart of palm for the production of preserves generates a large amount of solid residues, such as leaves and leaf sheathes. The objective of this work was to evaluate the technological, physicochemical and sensory properties of palm's processing residues (leaf sheathes) for the elaboration of gluten-free fibrous cookies. The microstructure of the leaf sheathes was evaluated utilizing scanning electronic microscopy and fluorescence microscopy. King palm flour was elaborated and evaluated for its chemical composition, neutral sugars, uronic acids and antioxidant activity in methanol and aqueous extracts by 2,2'-azino-di(3-ethylbenzthiazoline sulfonate) (ABTS) and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) methods. The chemical composition and physical properties of gluten-free cookies containing different concentrations of king palm flour (0 – 30%) were also determined. Dough samples of gluten-free cookies were evaluated through texture profile analysis (TPA) and the firmness, adhesiveness, consistency, cohesiveness and springiness were calculated. The sensory preference of cookies containing 10, 20 and 30% of king palm flour was determined through a preference ranking test by twenty one celiac consumers. The overall acceptability and consumption intent in home for the preferred cookie were evaluated through hedonic and attitude scales of five points, respectively, by one hundred and one celiac consumers. A questionnaire was utilized to help in the recruitment of celiac consumers and to establish correlations between gathered data and sensory tests results. It was evident the presence of druses, calcium oxalate deposits, in the scanning electronic micrographs of leaf sheathes, which correlates with the calcium content detected in king palm flour. The king palm flour presented high content of dietary fiber and minerals, mainly potassium, calcium, magnesium and iron. The neutral sugars in higher proportions were xylose, glucose and arabinose, indicating the presence of cellulose and hemicellulose (arabinoxylans) in king palm flour. Metanol extracts showed higher antioxidant activity, showing significant differences in relation to aqueous extracts ($p \leq 0.05$). The addition of king palm flour influenced the texture characteristics of dough samples. Cookies containing higher concentrations of king palm flour presented more firmness and needed greater initial fracture force. There was not significant differences ($p > 0.05$) between the sensory preference of cookies containing 10 and 20% of king palm flour. The overall acceptability of cookie containing 20% of king palm flour was 4.50 ± 0.69 and consumption intention of 4.30 ± 0.60 , which characterized the product as acceptable. Correlations were not evident between preference and acceptability degree of the cookie and socioeconomic/demographic characteristics of celiac consumers. The results of the acceptability test of gluten-free cookie by celiac consumers justify the utilization of king palm flour for the development of new products enriched with fibers.

Keywords: *Archontophoenix alexandrae*, king palm flour, cookie, gluten-free, dietary fiber, texture profile analysis, microscopy, sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1	Reação de Fenton.	39
Figura 2	Reação de Haber-Weiss.	39
Figura 3	Estrutura química do DPPH e sua reação com um sequestrador, indicado pelo A-H.	42
Figura 4	Representação esquemática do analisador de textura no primeiro ciclo de compressão da avaliação do perfil de textura de uma determinada amostra.	52
Figura 5	Gráfico representativo da análise do perfil de textura. $A_1 + A_2$, Consistência (N.s); Força máxima (N) durante o primeiro ciclo de compressão, Firmeza; A_2/ A_1 , Coesividade; A_3 , Adesividade (N.s); $(90 - \theta)^\circ$, Elasticidade.	53
Figura 6	Representação esquemática do analisador de textura para a avaliação de força de fratura inicial e firmeza em amostras de biscoitos.	54
Figura 7	Representação dos parâmetros de cor de acordo com o sistema CIELab.	57

Capítulo 2

Figura 1	Representação esquemática dos resíduos de palmeiras: folhas e bainha foliar.	84
Figura 2	Micrografias eletrônicas de varredura de cortes transversais de bainhas foliares de palmeira-real. Mx: metaxilema; Px: protoxilema; Esc: esclerênquima. Barras de escala – A e D: 50 μm , B: 10 μm , C: 100 μm .	95
Figura 3	Micrografia de fluorescência de corte longitudinal (A) e transversal (B) da bainha foliar de palmeira-real para verificação de autofluorescência. 100X.	97
Figura 4	Micrografia de fluorescência de corte longitudinal da bainha foliar de palmeira-real corado com safranina. Par: células do parênquima clorofiliano, Esc: esclerênquima. Barra de escala: 10 μm .	98

Capítulo 3

Figura 1	Efeito de diferentes níveis de farinha de palmeira-real nas características de textura de amostras de massas de biscoitos sem glúten.	116
----------	---	-----

Capítulo 4

- Figura 1 Fotografia dos biscoitos embalados e enviados pelo correio ao consumidor celiaco. 131
- Figura 2 Frequência de notas da aceitabilidade global de biscoito sem glúten contendo 20 % de farinha de palmeira-real de acordo com escala hedônica de cinco pontos “1 – Desgostei muitíssimo, 2- Desgostei, 3 – Indiferente, 4 – Gostei, 5 – Gostei muitíssimo.” 139

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1	Produção brasileira de palmito em toneladas de 2000 a 2006.	25
Tabela 2	Produção de palmito (toneladas) em lavoura permanente das regiões brasileiras no período de 2002 a 2006.	26
Tabela 3	Produção de palmito (toneladas) em lavoura permanente dos principais Estados brasileiros no período de 2002 a 2006.	26
Tabela 4	Produção média de palmito obtida de espécies de palmeira-real (<i>Archontophoenix</i> sp.).	29
Tabela 5	Recomendações diárias de fibras dietéticas de acordo com a IDR segundo faixa etária e sexo.	35

Capítulo 2

Tabela 1	Composição química da farinha de palmeira-real (base seca).	89
Tabela 2	Composição monossacarídica da farinha de palmeira-real.	90
Tabela 3	Capacidade antioxidante de extratos metanólicos e aquosos de farinha de palmeira-real.	93

Capítulo 3

Tabela 1	Composição química de biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real (base seca).	112
Tabela 2	Composição de minerais de biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real (base seca).	113
Tabela 3	Efeito da incorporação da farinha de palmeira-real no perfil de textura de massas de biscoito sem glúten.	114
Tabela 4	Efeito da incorporação da farinha de palmeira-real nas características físicas de biscoitos.	117
Tabela 5	Parâmetros de cor de biscoitos suplementados com farinha de palmeira-real.	118

Capítulo 4

Tabela 1	Composição química de biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real (base seca).	128
Tabela 2	Perfil descritivo de consumidores celíacos participantes da pesquisa, ACELBRA/SC.	134
Tabela 3	Frequência de consumo (%) de alimentos sem glúten fontes de fibra dietética por consumidores celíacos, ACELBRA/SC.	136
Tabela 4	Distribuição das notas (%) de acordo com a preferência de consumidores celíacos ($n = 21$) na análise sensorial de biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real, ACELBRA/SC.	138
Tabela 5	Frequência de notas do teste aceitabilidade global de acordo com as características socioeconômicas e demográficas de consumidores celíacos, ACELBRA/SC.	141

SUMÁRIO

Introdução	20
Capítulo 1 – Revisão bibliográfica	23
1.1 Aspectos econômicos da produção de palmito no Brasil	24
1.2 Palmeira-real (<i>Archontophoenix</i> sp.)	28
1.3 Resíduos agroindustriais	30
1.4 Fibras alimentares	32
1.5 Propriedades físicas e tecnológicas das fibras alimentares	36
1.6 Atividade antioxidante	37
1.7 Microscopia de alimentos	42
1.7.1 Microscopia de fluorescência	43
1.7.2 Microscopia eletrônica de varredura	44
1.8 Alimentos sem glúten	46
1.9 Parâmetros de textura	52
1.10 Colorimetria	55
1.11 Análise sensorial	58
Referências Bibliográficas	63
Capítulo 2 – Caracterização físico-química e atividade antioxidante da farinha de palmeira-real: uma nova fonte potencial de fibra alimentar.	79
Resumo	80
Abstract	81
1. Introdução	82
2. Material e métodos	83
2.1 Material	83
2.2 Preparação da farinha de palmeira-real	83
2.3 Composição química	84
2.4 Determinação de açúcares neutros	85
2.5 Determinação de ácidos urônicos	85
2.6 Polifenóis totais e atividade antioxidante	85
2.6.1 Extratos	85

2.6.2 Conteúdo de polifenóis totais	86
2.6.3 Método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila)	86
2.6.4 Método ABTS [2,2-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)]	86
2.7 Microscopia eletrônica de varredura (SEM) da bainha foliar	87
2.8 Microscopia de fluorescência da bainha foliar	87
2.9 Análise estatística	87
3 Resultados e discussão	88
3.1 Composição química	88
3.2 Açúcares neutros e ácido urônico	90
3.3 Polifenóis totais e atividade antioxidante	92
3.4 Microestrutura da bainha foliar	94
Referências bibliográficas	99
Capítulo 3 – Efeito da adição de farinha de palmeira-real nas características físico-químicas e de textura de biscoitos sem glúten.	104
Resumo	105
Abstract	106
1. Introdução	107
2. Material e métodos	108
2.1 Material	108
2.2 Preparação da farinha de palmeira-real	108
2.3 Formulação dos biscoitos	108
2.4 Composição química	109
2.5 Propriedades físicas	109
2.5.1 Farinhas	109
2.5.2 Massa de biscoitos	109
2.5.3 Biscoitos	110
2.6 Análise estatística	110
3. Resultados e discussão	111
3.1 Composição química	111
3.2 Propriedades físicas	113
3.2.1 Massa de biscoitos	113
3.2.2 Biscoitos	117
4. Conclusão	119

Referências bibliográficas	120
Capítulo 4 – Biscoitos sem glúten a base de farinha de palmeira-real: avaliação sensorial por consumidores celíacos.	123
Resumo	124
Abstract	125
1 Introdução	126
2 Material e métodos	128
2.1 Preparação dos biscoitos sem glúten	128
2.1.1 Detecção de glúten	129
2.2 Consumidores	129
2.3 Questionário	130
2.4 Testes de consumidor	130
2.5 Análise estatística	132
3 Resultados e discussão	132
3.1 Perfil dos consumidores	132
3.2 Testes de consumidor	134
4 Conclusão	142
Referências bibliográficas	143
Conclusões	146
Apêndices	147
Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido.	148
Apêndice B – Convite enviado aos consumidores celíacos para a participação do teste sensorial de aceitabilidade global e intenção de consumo <i>in home</i> .	150
Apêndice C – Questionário para a coleta de dados socioeconômicos e demográficos dos consumidores celíacos participantes da pesquisa.	152
Apêndice D – Instruções para realização dos testes sensoriais <i>in home</i> .	155
Anexos	157
Anexo A – Submissão do artigo “Effect of king palm flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies” para publicação no “ International Journal of Food Science and Technology ” (IJFST-2007-02855)	158

Anexo B – Parecer de aprovação do comitê de ética em pesquisa com seres humanos da UFSC.	161
Anexo C – Ficha para avaliação sensorial do teste ordenação preferência.	164
Anexo D – Ficha para avaliação sensorial dos testes de aceitabilidade global e intenção de consumo <i>in home</i> .	166

Introdução

A palmeira-real (*Archontophoenix* spp.), originária da Austrália, vem ganhando a atenção de pesquisadores e produtores de palmito por representar importante alternativa agroecológica para diversificação e fonte de renda para sistemas de produção em várias regiões brasileiras (SANTOS et al., 2003).

O aumento expressivo nos últimos anos da produção de palmeira-real e a industrialização do palmito para a produção de conserva têm contribuído para a geração de grande quantidade de resíduos sólidos, dentre eles, folhas e bainhas foliares. Tendo em vista que o Brasil é um dos principais produtores, consumidores e exportadores de palmito do mundo (SANTOS et al., 2003) e durante o processamento do palmito são gerados cerca de 80 a 90 % de resíduos sólidos, surge a necessidade de propostas para o seu aproveitamento, incentivando o desenvolvimento de pesquisas, que ainda são em número insignificante para o setor.

A minimização de resíduos pode se apresentar como alternativa bem sucedida para a indústria de alimentos, bebidas e demais ramos industriais, já que os resíduos, freqüentemente, são caracterizados como potenciais poluidores. Os subprodutos gerados no processamento dos vegetais há poucos anos constituíam problemas econômicos e ambientais, entretanto, atualmente são consideradas fontes promissoras de compostos funcionais.

Vieira (2006) avaliou a composição química de farinhas produzidas a partir dos resíduos do processamento da palmeira-real (farinha da folha e farinha da bainha foliar) e obteve um produto rico em fibras alimentares (70,44 g/ 100 g) e minerais, principalmente magnésio (985,3 mg/ 100 g) e potássio (671,24 mg/ 100 g). Estas farinhas apresentaram teores de fibras alimentares superiores aos encontrados em farinha de trigo integral, farelo de aveia, farelo de trigo e centeio (FILISETTI-COZZI; LAJOLO, 1991).

O consumo de fibras alimentares apresenta importante papel em muitos processos fisiológicos e na prevenção de doenças de diferentes etiologias, além de seu importante papel como ingrediente funcional (RODRÍGUEZ et al., 2006). O crescente número de pesquisas envolvendo os benefícios do consumo de fibras alimentares para a saúde humana tem contribuído para o desenvolvimento de um mercado potencial de produtos e ingredientes ricos em fibras (CHI-FAI; YA-LING; MAO-HSIANG, 2003;

RODRÍGUEZ et al., 2006). Um número relevante de pesquisas tem identificado subprodutos agrônômicos e resíduos do processamento industrial, que tradicionalmente não eram valorizados, como ótimas fontes de fibras alimentares (BOTELHO; CONCEIÇÃO; CARVALHO, 2002; PEREIRA et al., 2003; BUENO, 2005; NAWIRSKA; KWASNIEWSKA, 2005; MARIN et al., 2007).

A doença celíaca consiste em uma enteropatia por sensibilidade ao glúten, caracterizada por respostas imunológicas induzidas pela ingestão da proteína do glúten, presente nos cereais da família *Graminae*, como o trigo, centeio e cevada, podendo se manifestar em qualquer idade, inclusive na fase adulta. Embora sem cura, o tratamento da doença celíaca é somente dietético, com a retirada do glúten da dieta (WILLE et al., 2006). Esta doença afeta em torno de 1/100 a 1/300 pessoas da população adulta na maior parte do mundo, com uma relação de duas mulheres para cada homem (PEREIRA; PEREIRA FILHO, 2006). Segundo Oliveira (2005), países europeus como Holanda, Noruega e Itália apresentam prevalência da doença celíaca entre 1/299 e 1/500 pessoas. Nos Estados Unidos a proporção aumenta para 1/133 e, no caso de ocorrência familiar, a proporção entre os parentes de 1º grau aumenta para 1/22 pessoas (FONTANA, 2006).

Infelizmente, ainda não existem estatísticas precisas da prevalência da doença celíaca no Brasil, havendo poucos estudos divulgados na literatura. Estes, normalmente, são realizados em localidades específicas e não referentes a todo o território nacional. De acordo com Oliveira (2005) a prevalência de doença celíaca em doadores de sangue, com idade média de 34,4 anos, da cidade de São Paulo foi de 1/214 pessoas. Gandolfi et al. (2000) detectaram uma frequência da doença na cidade de Brasília de 1/681 e Melo (2003) de 1/273 indivíduos em Ribeirão Preto/SP. A Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA) destaca um número crescente de indivíduos portadores da doença cadastrados, sendo a maior prevalência constatada na faixa etária abaixo de 20 anos de idade, concentrando-se, principalmente, nos Estados de São Paulo e Santa Catarina (ACELBRA, 2006).

Dos diferentes alimentos ricos em fibras presentes no mercado, os cereais são uma das principais fontes, contribuindo com aproximadamente 50 % da ingestão de fibras dos países ocidentais (LAMBO; ÖSTE; NYMAN, 2005), os vegetais com 30 a 40 % e as frutas com 16 % (CUMMINGS, 1996 apud RODRÍGUEZ et al., 2006). Indivíduos que apresentam restrições dietéticas ao glúten limitam-se ao consumo de farinhas amiláceas, já que os cereais ricos em fibras e sem glúten são escassos e com

custo elevado. Por consequência, existe a necessidade de pesquisas para o desenvolvimento de farinhas e produtos ricos em fibras e isentos de glúten, com custos reduzidos, garantindo qualidade e maior variedade de alimentos aos portadores de doença celíaca.

Devido à escassez de dados na literatura sobre a utilização da farinha de palmeira-real para a alimentação humana, objetiva-se no presente trabalho avaliar as propriedades tecnológicas, físico-químicas e sensoriais da farinha de palmeira-real no desenvolvimento de biscoitos fibrosos sem glúten.

Este trabalho será apresentado na forma de artigos, divididos nos seguintes capítulos:

(A) Capítulo 1 – Revisão Bibliográfica

(B) Capítulo 2 - Caracterização físico-química e atividade antioxidante da farinha de palmeira-real: uma nova fonte potencial de fibra alimentar.

(C) Capítulo 3 - Efeito da adição de farinha de palmeira-real nas características físico-químicas e de textura de biscoitos sem glúten.

(D) Capítulo 4 - Biscoitos sem glúten a base de farinha de palmeira-real: avaliação sensorial pelo consumidor celíaco.

CAPÍTULO 1

Revisão bibliográfica

1 Revisão bibliográfica

1.1 Aspectos econômicos da produção de palmito no Brasil

O palmito em conserva é definido como o produto comestível, de formato cilíndrico, macio e tenro, extraído da extremidade apical do estipe ou tronco de certas palmeiras, composto pelo meristema apical e folhas internas em formação (BOVI, 1997; RAMOS; HECK, 2003), sendo envolto e protegido pela bainha das folhas adultas, mais externas (BOVI, 1997).

O Brasil detém cerca de 95 % do mercado de exportação mundial de palmito, com receitas médias anuais de 30 milhões de dólares e tendência de expansão permanente. O mercado interno do produto em conserva é estimado como sendo pelo menos seis vezes maior do que o internacional, equivalente, portanto, a 180 milhões de dólares, visto que o preço no Brasil e no exterior é praticamente o mesmo (BOVI, 1997).

O consumo de palmito no Brasil atinge aproximadamente 100 mil toneladas/ano, baseando-se, principalmente, na extração de palmáceas nativas de espécies do gênero *Euterpe*, como a Juçara (*E. edulis*) e o Açaí (*E. oleracea*), apesar de possuir alternativas para a extração de palmito a partir de grande número de gêneros e espécies de palmeiras (BOVI, 1994; TONEF; FERREIRA; OTOBONI, 1999).

A viabilidade econômica da produção de palmito, além de comprometida, vem sendo bastante questionada, principalmente, quanto à sustentabilidade biológica das áreas de preservação, conflitos por conta das invasões para a extração ilegal de palmito e o rareamento das plantas nas áreas extrativas (MORSBACH et al., 1998).

O extrativismo praticado por longos anos para a obtenção de matéria-prima aliado ao período de crescimento das palmeiras nativas (6 a 8 anos) impulsionaram o desenvolvimento e incremento das pesquisas, que visam o aumento do rendimento da palmeira, além de encontrar alternativas de espécies produtoras de palmito (GRIZOTTO; MENEZES, 1997).

Segundo Ramos e Heck (2003), o Brasil além de maior produtor e consumidor, foi considerado o maior exportador durante alguns anos, com receitas anuais de US\$ 30 milhões até 1995, caindo para US\$ 14,5 milhões em 1999. A produção brasileira legal

nos últimos anos tem sido relativamente estável, com exceção do ano de 2006, que apresentou um aumento expressivo na produção, havendo uma queda do extrativismo e aumento do cultivo em lavoura permanente (Tabela 1). Entretanto, uma grande quantidade de palmito ainda é extraída ilegalmente de matas nativas e que não constam nas estatísticas oficiais.

Tabela 1 - Produção brasileira de palmito em toneladas de 2000 a 2006.

Procedência	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Extrativismo	17.154	15.596	14.529	13.704	12.124	7.863	6.524
Lavoura	24.356	26.118	41.119	37.672	37.432	43.967	73.411
Total	41.510	41.714	55.648	51.376	49.556	51.830	79.935

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM) - IBGE (2008a).

No País, a quantidade de palmito extraída de espécies nativas, no ano de 2006, somou 6.524 toneladas, sendo 17 % menor que a do ano anterior, quando foram coletadas 7.863 toneladas. O Pará é o principal produtor de palmito através do extrativismo, detendo 93 % da produção nacional. Entre os dez maiores municípios produtores de palmito de espécies nativas, nove são paraenses e um é catarinense. Na décima colocação aparece o Município de Blumenau com 127 toneladas, que correspondem a aproximadamente 2 % do total nacional coletado, ou a 96 % da produção de Santa Catarina (IBGE, 2008a).

A produção nacional de palmito cultivado está fortemente concentrada na Região Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste (Tabela 2), principalmente nos Estados de Goiás, São Paulo e Bahia, respectivamente (Tabela 3), totalizando 77 % de toda a produção do País no ano de 2006. Santa Catarina apresentou aumento na produção de palmito cultivado, conforme as estatísticas apresentadas na Tabela 2, o que confere uma produção em 2004 de 1,1 % e em 2006 de 8,57 % em relação ao total produzido no Brasil. Segundo Pereira (2003) a produção de palmito em Santa Catarina concentra-se, principalmente, nas espécies juçara e palmeira-real, sendo que a produção a partir de palmeira-real vem apresentando aumento expressivo.

Tabela 2 – Produção de palmito (toneladas) em lavoura permanente das regiões brasileiras no período de 2002 a 2006.

Região	2002	2003	2004	2005	2006
Norte	3.984	2.281	2.379	2.185	2.518
Nordeste	134	244	1.698	3.911	18.127
Sul	1.205	1.969	2.606	4.495	6.294
Sudeste	5.697	6.809	6.189	8.048	21.987
Centro-Oeste	30.099	26.369	24.560	25.328	24.485
Brasil	41.119	37.672	37.432	43.967	73.411

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM) - IBGE (2008b)

Tabela 3 – Produção de palmito (toneladas) em lavoura permanente dos principais Estados brasileiros no período de 2002 a 2006.

Estado	2002	2003	2004	2005	2006
Norte					
Pará	405	-	450	450	450
Rondônia	1.622	1.366	1.227	1.295	1.585
Nordeste					
Bahia	-	-	1.498	3.692	18.027
Pernambuco	134	244	200	219	100
Sul					
Paraná	193	400	481	1.241	3.040
Santa Catarina	1.012	1.569	2.125	3.254	3.254
Sudeste					
Minas Gerais	1.252	748	1.666	2.518	4.101
São Paulo	3.436	4.978	3.735	4.654	16.769
Centro-Oeste					
Goiás	29.052	25.004	22.654	22.809	22.020
Mato Grosso	949	1.290	1.831	2.469	2.415

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM) - IBGE (2008b)

A constante e crescente necessidade de suprimento de matéria-prima para as indústrias no mercado nacional e internacional tem despertado especial interesse em

outros gêneros da família *Palmae*, particularmente aqueles capazes de fornecer palmito de boa qualidade e em curto prazo (MONTEIRO et al., 2001).

As principais palmeiras utilizadas para a produção de palmito no Brasil são *Euterpe edulis* (Juçara), *Euterpe oleracea* (Açaí), *Bactris gasipaes* (Pupunha) e *Archontophoenix* sp. (Palmeira-real). Alguns fatores como a abundância, a palatabilidade, a cor, o formato, a ausência de compostos tóxicos, rendimento e facilidade de extração do palmito determinam a preferência de uma espécie em relação à outra (RAMOS; HECK, 2003).

A espécie *Euterpe edulis* (Juçara) é nativa da Mata Atlântica e produz palmito grande e de boa qualidade (REITZ, 1974), sendo, ainda, intensamente explorada de forma ilegal (RIBEIRO, 1996; CONTE, 2004).

Euterpe oleracea (Açaí) é uma palmeira caracterizada pelo perfilhamento (forma touceira), ocorrendo naturalmente na região Norte do País, em solos alagados e várzeas (SOUZA, 1992; LORENZI, 1996) e possui como principal desvantagem a condição de corte por volta de oito anos de idade (SOUZA, 1992).

Bactris gasipaes (Pupunha) é uma espécie nativa da região da Amazônia e possui diversas características que atribuem a esta cultura um potencial de crescimento pela produção intensa de palmito, já que é uma palmeira que perfilha e após 18 meses de plantio permite o primeiro corte. Por ser caracterizada como uma cultura perene tem de um a dois cortes haste/ano por touceira (CLEMENTE, 2000). A pupunheira, como é popularmente conhecida, possui quase todas as características desejáveis das palmeiras do gênero *Euterpe*, acrescidas de algumas vantagens adicionais, tais como: crescimento acelerado (precocidade) e sobrevivência no campo. Além disso, o palmito não escurece após o corte e possui excelente aceitação (RAMOS; HECK, 2003).

A *Archontophoenix* sp. (Palmeira-real), originária da Austrália, está em plena expansão. Anteriormente utilizada apenas como ornamental, essa palmeira vem sendo cultivada desde 1995 em larga escala para produção de palmito em conserva. Caracteriza-se pela colheita de palmito em plantas com idade a partir de 22 meses, desde que cultivadas em regiões aptas e com adubação apropriada (BOVI et al., 2001; CHAIMSOHN, 2001), rústica e precoce, assim como a palmeira pupunha (*Bactris gasipaes*) (RAMOS; HECK, 2003).

1.2 Palmeira-real (*Archontophoenix* sp.)

A palmeira-real australiana (*Archontophoenix* sp.) vem ganhando a atenção de pesquisadores e produtores para a produção de palmito. O gênero *Archontophoenix*, originário do leste da Austrália, é amplamente utilizado como planta ornamental. Além da alta germinação, da resistência às principais doenças que ocorrem em viveiro e do rápido crescimento das plantas, chama a atenção a qualidade do palmito produzido por palmeiras desse gênero (UZZO et al., 2004), sendo considerado do tipo nobre, com melhor sabor quando comparado ao açaí *Euterpe oleracea* Mart. (BOVI, 1998) e elevado padrão de qualidade (OLIVEIRA; VEGINI; TAVARES, 2005).

Pesquisas recentes demonstram o elevado potencial para produção de palmito de qualidade a partir da palmeira-real australiana, atestando a viabilidade de seu cultivo em nosso meio (RAMOS; SCHALLEMBERGER; MOLINARI, 1997; BOVI, 1998; BERBARI et al., 2003). A produção de palmito nas espécies do gênero pode ser feita já a partir de 22 meses de campo, desde que cultivadas em regiões aptas e com adubação apropriada (BOVI et al., 2001; CHAIMSOHN, 2001).

Como planta ornamental, a palmeira-real é bastante cultivada em regiões tropicais e subtropicais, sendo no Brasil, principalmente cultivada no Sul e Sudeste. O Estado de Santa Catarina foi o pioneiro no cultivo da palmeira-real para produção de palmito em conserva, com início na região litorânea (RAMOS; HECK, 2003).

O gênero *Archontophoenix* sp. possui seis espécies, entre as quais se destacam a *A. alexandrae* e *A. cunninghamiana*. Os resultados experimentais de pesquisas desenvolvidas com as duas espécies do gênero *Archontophoenix* sp. indicam comportamento semelhante entre as mesmas e seus híbridos, quanto ao desenvolvimento e à produção de palmito (Tabela 4), além das características do palmito processado (RAMOS; HECK, 2003). A produção média de palmito em conserva a partir da palmeira-real vem destacada na Tabela 4.

Tabela 4 - Produção média de palmito obtida de espécies de palmeira-real (*Archontophoenix* sp.).

Espécies	Produção média (g/planta)			Produção relativa “tolete” (%)
	“tolete”	“picado”	“total”	
<i>A. alexandrae</i>	293,38	483,48	776,86	37,7
<i>A. cunninghamiana</i>	287,45	517,48	804,93	35,9
<i>Archontophoenix</i> sp	268,38	562,82	831,20	32,2

Fonte: RAMOS e HECK (2003).

A palmeira-real da espécie *Archontophoenix alexandrae*, conhecida no Brasil sob os nomes de "seafortia" ou "palmeira-da-rainha", é caracterizada pela presença de estipe único, proeminente na base, rígido, anelado, com palmito grande e espesso (LORENZI, 1996; RAMOS; HECK, 2003), podendo atingir altura de 30 a 32 metros. O florescimento da palmeira-real da austrália de alexandra concentra-se no outono. As flores, quando recém formadas, apresentam coloração branca ou creme-clara. A frutificação ocorre no período de outono-inverno e sua maturação no período primavera-verão. Os frutos apresentam coloração vermelha e as sementes são cobertas com fibras firmes e tênues de coloração amarelo-esverdeada (RAMOS; HECK, 2003).

As exigências climáticas para o cultivo da espécie são: climas subtropicais ou tropicais, quente e úmido; com temperatura média anual favorável entre 20 e 22° C, não tolerando a ocorrência de geadas. Para que a planta tenha bom desenvolvimento, o índice pluviométrico pode variar entre 1.500 e 1.970 mm anuais, com boa distribuição sazonal. Existe boa adaptação da espécie às áreas planas ou onduladas e a diferentes tipos de solos, desde os extremamente arenosos até aqueles com alto conteúdo de argila, bem estruturados, sem compactação (RAMOS; HECK, 2003).

A palmeira-real da espécie *Archontophoenix cunninghamiana* possui estipe único, pouco ou não proeminente na base, apresentando uma altura de 12 a 20 metros (DISLICH; KISSER; PIVELLO, 2002; RAMOS; HECK, 2003) e diâmetro na altura do peito superior a 20 centímetros. É constituída por monocaule que floresce por vários anos, através de sucessão de inflorescências “laterais” (DISLICH; KISSER; PIVELLO, 2002). O florescimento acontece no período verão-outono e suas flores apresentam tonalidade roxo-lilás. A frutificação ocorre no período outono-inverno e maturação no período primavera-verão. Os frutos da *A. cunninghamiana* apresentam coloração vermelha e suas sementes coloração creme-rosada logo após o despulpamento, sendo

constituída por fibras largas, que normalmente permanecem aderentes a semente (RAMOS; HECK, 2003).

1.3 Resíduos agroindustriais

Resíduos agroindustriais orgânicos são recursos renováveis, disponíveis em abundância e de valor limitado. Esses subprodutos, normalmente constituídos por material lignocelulósico, representam uma das principais fontes de fibras, compostos químicos e outros produtos industriais. Subprodutos gerados pelo cultivo do trigo, milho, arroz, sorgo, cevada, abacaxi, banana e coco são as principais fontes de “biofibras” da agroindústria (REDDY; YANG, 2005).

Segundo Oliveira, Vegini e Tavares (2005), o desperdício e a geração de resíduos tem sido preocupação constante para os produtores de palmeira-real, principalmente pelo grande volume de resíduos e disposição final destes materiais. Com o corte das palmeiras, uma quantidade razoável de resíduos, dentre eles, as folhas e as capas externas dos palmitos ou também chamados de bainhas foliares são descartados. Em sua maioria, estes resíduos são destinados à alimentação animal ou utilizados na própria lavoura para a reciclagem de nutrientes (MORSBACH et al., 1998).

Uma alternativa que vem ganhando destaque desde o início da década de 70 consiste no aproveitamento integral de resíduos para a produção de alguns alimentos, perfeitamente passíveis de serem incluídos na alimentação humana, uma vez que, os resíduos podem ser fontes de materiais considerados estratégicos para as indústrias brasileiras (OLIVEIRA et al., 2002).

O aproveitamento dos resíduos da palmeira-real poderia ser realizado para fins específicos, sendo mais interessante sob o ponto de vista econômico e social: o tronco utilizado para a obtenção de madeira (caibros, ripas, moirões) e celulose; a bainha, como matéria-prima para o desenvolvimento de patês, sopas e molhos; os botões florais na produção de doces; a folha para cobertura, como ração animal e em artesanato; o fruto para a produção de suco, sorvete, doces e “pirão” e a semente para a produção de ração ou adubo (RIBEIRO, 1996).

Apesar do reconhecimento quanto à necessidade do funcionamento de agroindústrias sustentáveis, tem sido difícil a adoção de técnicas ambientais

preventivas, que garantam a produção de alimentos atendendo a demanda atual e a qualidade ambiental às futuras gerações (AMANTE, 1997).

Existem poucos estudos na literatura que caracterizam os resíduos do processamento de palmeiras e propõem alternativas para o seu aproveitamento.

Monteiro et al. (2002) determinaram a composição química do palmito e do “coração” da palmeira, espécie *Bactris gasipaes* (pupunha), para a produção de sopa-creme. O coração da palmeira caracteriza-se pela porção localizada abaixo do palmito, medindo de 10 a 20 centímetros, normalmente desprezada pelos produtores. Os resultados demonstraram que o “coração” da palmeira apresentou composição química semelhante a do palmito, tornando-se uma alternativa para a alimentação humana.

Vallilo et al. (2004) determinaram a composição química das sementes de *Archontophoenix alexandrae*, visando avaliar seu potencial nutricional e identificaram alto teor de minerais, lipídeos e fibras alimentares. Israel (2005) utilizou as bainhas foliares como substrato de plantas e para a produção de enzimas hidrolíticas. Oliveira, Vegini e Tavares (2005) utilizaram os resíduos da palmeira-real como complemento de combustível empregado na geração de calor. Vieira et al. (2007) desenvolveram uma farinha a partir dos resíduos do processamento da palmeira-real (folhas e bainhas foliares) com o objetivo de utilizá-la na alimentação humana. A farinha de resíduos da palmeira-real apresentou alto teor de fibras e minerais, principalmente magnésio e potássio, demonstrando potencial para o desenvolvimento de biscoitos do tipo *cookie* contendo glúten.

Grande parte dos estudos desenvolvidos com palmeira-real baseiam-se, principalmente, em temas voltados para a área agronômica, visto que o cultivo dessa espécie é relativamente novo em substituição ao extrativismo das palmeiras do gênero *Euterpe*. Assim, artigos relacionados a técnicas de propagação e cultivo, manejo e irrigação, adubação, fisiologia do crescimento e da produção, fisiopatologia, germinação e melhoramento genético da palmeira-real são bastante encontrados na literatura (DISLICH; KISSER; PIVELLO, 2002; MARTINS; BOVI; NAKAGAWA, 2003; SANTOS et al., 2003; UZZO et al., 2004), ao contrário daqueles que tem como objetivo a minimização dos resíduos gerados pela agroindústria do palmito.

1.4 Fibras alimentares

Na década de 70, as fibras, conhecidas como fibra crua ou bruta, eram consideradas uma fração dos alimentos de valor energético e nutricional nulo e, portanto, os produtos com baixo teor de fibras eram os preferidos pela indústria de alimentos. Atualmente, a fibra alimentar constitui um dos principais ingredientes em alimentos funcionais (mais de 50 % do total de ingredientes utilizados mundialmente), havendo a sua incorporação progressiva em todos os tipos de alimentos e bebidas como fator de qualidade nutricional muito apreciado pelos consumidores. O desenvolvimento de pesquisas científicas para a investigação das propriedades fisiológicas e nutricionais das fibras alimentares tem contribuído para a evolução e alteração dos conceitos e métodos analíticos propostos para quantificação destas nos alimentos (SAURACALIXTO, 2006).

Segundo *American Association of Cereal Chemists* (AACC) as fibras alimentares são definidas como a fração das partes comestíveis de plantas e carboidratos análogos, que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado humano com a fermentação completa ou parcial no intestino grosso, incluindo polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias de plantas associadas (AACC, 2001). A definição de fibra alimentar refere-se, principalmente, a soma de polissacarídeos não amiláceos e lignina (CUMMINGS, 1991; ASP, 1996; ENGLYST; HUDSON, 1996) e componentes não estruturais como as gomas e mucilagens, além dos aditivos industriais (celulose e pectina modificadas, gomas comerciais e polissacarídeos de algas) (DAVIDSON; MCDDONALD, 1998; GRIGELMO-MIGUEL; GORINSTEIN; MARTIN-BELLOSO, 1999).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Portaria nº 360 de 23 de dezembro de 2003, define fibras alimentares como: “qualquer material comestível de origem vegetal, que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano” (BRASIL, 2003).

O interesse por alimentos ricos em fibras aumentou nas últimas décadas e a importância desses constituintes alimentares contribui para um grande mercado de produtos e ingredientes ricos em fibras (SANCHEZ-MORENO; LARRAURI; SAURACALIXTO, 1998). Produtos ricos em fibras e dietéticos tornaram-se muito populares

como alimentos que beneficiam a saúde e têm encorajado a realização de pesquisas na área de alimentos para a descoberta de novas fontes e desenvolvimento de novos produtos (CHAU; HUANG, 2004; BILGIÇLI; IBANOGLU; HERKEN, 2007).

Vários trabalhos estão sendo realizados para desenvolvimento de novas fontes de fibras a partir de alimentos alternativos ou subprodutos, normalmente pouco valorizados para a produção de alimentos. Silva et al. (2001) utilizaram as farinhas de jatobá-do-cerrado e jatobá-da-mata como fontes de fibras para o preparo de biscoitos tipo *cookie*. Botelho, Conceição e Carvalho (2002) determinaram a composição química das cascas e cilindro central do abacaxi e as identificaram como boas fontes de fibras, principalmente insolúveis. Bueno (2005) desenvolveu uma farinha através das sementes da nêspira para a produção de biscoitos e barra de cereais. Giami, Achinewhu e Ibaakee (2005) desenvolveram biscoitos com a farinha de semente de abóbora. Trinidad et al. (2006) desenvolveram farinha rica em fibras a partir dos resíduos gerados pela indústria de “leite” de coco. Soares Jr. et al. (2007) desenvolveram a farinha de amêndoa de baru, melhorando a composição química de biscoitos desenvolvidos com diferentes concentrações dessa farinha. Reyes-Caudillo, Tecante e Valdivia-López (2008) avaliaram o teor de fibras alimentares e atividade antioxidante de sementes de *Salvia hispanica*, popularmente conhecidas como “Chia”. Os resultados revelaram que as sementes são ricas fontes de fibras alimentares, principalmente fibras insolúveis. Sreerama, Sasikala e Pratapa (2008) desenvolveram farinhas de semente de *horse gram*, um legume utilizado principalmente para alimentação animal, entretanto, que apresentou características nutricionais interessantes para a utilização como ingrediente no processamento de alimentos.

Baseado na simulação da solubilidade intestinal, as fibras alimentares são usualmente classificadas em dois principais grupos: fibras solúveis e insolúveis. Dentre as fibras solúveis estão pectinas, β -glucanas, galactomananas, gomas e oligossacarídeos não digeríveis, incluindo a inulina. As fibras insolúveis incluem a celulose, hemicelulose e lignina (THEBAUDIN et al., 1997; GRIGELMO-MIGUEL et al., 1999; RODRÍGUEZ et al., 2006).

Quimicamente, os polissacarídeos da parede celular pertencem a um grupo distinto dos carboidratos, os quais não contêm as ligações alfa (α) presentes no amido, sendo, portanto, denominados polissacarídeos não amiláceos (CUNNINGS et al., 1980 apud CUMMINGS; EDMOND; MAGEE, 2004).

As fibras alimentares, principalmente os polissacarídeos não amiláceos das paredes celulares de plantas, constituem um importante grupo de componentes da nossa dieta. Após 30 anos de pesquisas, hoje se sabe que as fibras alimentares desempenham efeitos fisiológicos benéficos e significativos na prevenção de doenças, principalmente as do trato intestinal (CUMMINGS; EDMOND; MAGEE, 2004).

Vários estudos científicos confirmam que uma alta ingestão de fibras alimentares está relacionada a diversos efeitos fisiológicos e metabólicos no organismo humano, contribuindo para a manutenção da saúde (SANCHEZ-MORENO; LARRAURI; SAURA-CALIXTO, 1998; MÄLKKI, 2001; MEHTA, 2005). Dentre os benefícios associados à saúde, incluem-se a redução da colesterolemia, modificação das respostas glicêmicas e insulínicas, alterações na função intestinal e atividade antioxidante (ABDUL-HAMID; LUAN, 2000; CHAU; CHEN; LEE, 2004; BORDERÍAS; SANCHEZ-ALONSO; PÉREZ-MATEOS, 2005; ESPOSITO et al., 2005).

As propriedades físico-químicas das frações das fibras alimentares produzem diferentes efeitos fisiológicos no organismo. As fibras solúveis exercem a função de absorver muitas substâncias nocivas, reduzindo, por consequência, os seus níveis, como por exemplo, o colesterol, a ligação com componentes minerais e metais pesados. Além da associação com a redução do colesterol sanguíneo, o consumo de fibras solúveis apresenta relação com a redução do desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Desde a década de 50 vários estudos envolvendo dieta e doenças cardiovasculares foram desenvolvidos, o que repercutiu efeitos prospectivos das fibras (TROWELL, 1972; YANO et al., 1978; GARCIA-PALMIERI et al., 1980; ANDERSON, 2003; BORDERÍAS; SÁNCHEZ-ALONSO; PÉREZ-MATEOS, 2005; RODRÍGUEZ et al., 2006). As fibras solúveis ainda são responsáveis pelo aumento da viscosidade do bolo alimentar, redução da velocidade do trânsito e razão de absorção intestinal (CAVALCANTI, 1999; BORDERÍAS; SÁNCHEZ-ALONSO; PÉREZ-MATEOS, 2005).

As fibras insolúveis aumentam o volume do bolo fecal, reduzindo o tempo e facilitando o trânsito do bolo fecal no intestino grosso, o que contribui para a diminuição dos episódios de constipação (CAVALCANTI, 1999; CHO; CLARK; SAUCEDO, 2004; MEHTA, 2005). As fibras alimentares regularizam o funcionamento intestinal, o que as caracteriza como ingredientes relevantes para o bem estar de pessoas saudáveis e para o tratamento dietético de várias patologias (CAVALCANTI, 1999).

Porém, nem todos os mecanismos e propriedades das fibras estão totalmente estabelecidos até hoje (THEBAUDIN et al., 1997; RODRÍGUEZ et al., 2006).

Por consequência dos efeitos fisiológicos ocasionados pelo consumo de fibras sobre o trânsito intestinal, os riscos de câncer colorretal, considerado o terceiro neoplasma maligno mais comum no mundo, são reduzidos. Diversos estudos têm demonstrado que tipos específicos de fibras possuem efeito protetor em humanos e animais (BINHGHAM et al., 2003; PETERS et al., 2003; CHO; CLARK; SAUCEDO, 2004). Estudos desenvolvidos com humanos demonstraram que o farelo de trigo foi efetivo na prevenção da carcinogênese do cólon, independente do consumo de gorduras na dieta (CHO; CLARK; SAUCEDO, 2004).

As recomendações de fibras alimentares de acordo com a Ingestão Diária Recomendada (IDR) segundo faixa etária e sexo vêm destacadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Recomendações diárias de fibras alimentares de acordo com a IDR segundo faixa etária e sexo.

Faixa etária/Sexo	RDA/AI* g/dia
Crianças	
1 a 3 anos	19
4 a 8 anos	25
Homens	
9 a 13 anos	31
14 a 18 anos	38
19 a 30 anos	38
31 a 50 anos	38
50 a 70 anos	30
> 70 anos	30
Mulheres	
9 a 13 anos	26
14 a 18 anos	26
19 a 30 anos	25
31 a 50 anos	25
50 a 70 anos	21
> 70 anos	21

Fonte: IDR (2001)

* RDA/AI: Recommended Dietary Allowances/ Adequate Intakes

De acordo com a *Food and Drug Administration* (FDA), a ingestão de fibras alimentares recomendada é de 20 a 30 g/dia, sendo 6 g correspondentes às fibras solúveis, em média 25 % do consumo e 75 % de fibras insolúveis (RIQUE; SOARES; MEIRELLES, 2002).

O consumo regular de fibras também atua como agente protetor contra diverticulite, constipação, síndrome do cólon irritável, alguns tipos de cânceres, diabetes, controle da saciedade e perda de peso a longo prazo (TAVAINI; LA VECCHIA, 1995; CUMMINGS; EDMOND; MAGEE, 2004).

1.5 Propriedades físicas e tecnológicas das fibras dietéticas

A estrutura polimérica e cadeias laterais que compõem as fibras variam de acordo com a fonte, influenciando diretamente nas propriedades dos ingredientes ricos em fibras. Como as fibras são polímeros sintetizados naturalmente pelas plantas, o seu conteúdo pode apresentar variações em uma mesma espécie de fruto e por consequência, a composição dessas fibras caracteriza alimentos com propriedades funcionais diferentes (NELSON, 2001).

Os tipos de processamento pelos quais as fibras são submetidas podem influenciar a sua funcionalidade. Tratamentos como a moagem, branqueamento, tratamentos enzimáticos, extrusão, desidratação ou secagem são alguns dos processos utilizados na produção de ingredientes ricos em fibras. Para tanto, faz-se necessário o conhecimento dos processos aos quais o ingrediente será submetido, assim como a funcionalidade deste para uma dada aplicação (NELSON, 2001).

Além da importância das fibras dietéticas para a alimentação humana, a indústria de alimentos utiliza fibras como importante fator tecnológico para o desenvolvimento dos produtos. A incorporação de fibras insolúveis em biscoitos, produtos cárneos cozidos, produtos de confeitaria, bebidas, molhos, sobremesas e iogurtes contribui para a redução de calorias, devido a sua alta capacidade de retenção de água, dando, portanto, maior volume aos produtos (LARRAURI, 1999).

Muitos trabalhos realizados com a incorporação de fibras insolúveis em produtos de panificação, biscoitos e barras de cereais pela adição de fibras de cereais, frutas, vegetais e celulose, substituem uma parte da farinha ou gordura, havendo o acréscimo de benefícios nutricionais na presença das fibras. Além disso, em alguns casos a presença das fibras não purificadas pode contribuir para a cor e sabor dos produtos (THEBAUDIN et al., 1997).

Componentes químicos, incluindo a celulose, hemicelulose e lignina possuem relação com as propriedades físicas das fibras dietéticas (GRIGELMO-MIGUEL; GORINSTEIN; MARTIN-BELLOSO, 1999). Algumas propriedades físicas das fibras, tais como a capacidade de retenção de água, capacidade de ligação de óleo e distribuição do tamanho das partículas consistem em aspectos importantes para a utilização das fibras em produtos alimentícios (FEMENIA et al., 1997; SIDHU; AL-HOOTI; AL-SAQER, 1999; ABDUL-HAMID; LUAN, 2000).

As propriedades de hidratação determinam a concentração de fibras a ser utilizada em alimentos para que se obtenha uma textura desejável, sendo descritas pelos parâmetros capacidade de retenção de água e capacidade de ligação de água. Os valores determinados para capacidade de retenção de água e capacidade de ligação de água não são relevantes para os polissacarídeos solúveis, entretanto, são atributos de polissacarídeos insolúveis (THEBAUDIN et al., 1997).

A capacidade de retenção de água é definida pela quantidade de água retida pela estrutura da fibra sem a aplicação de forças externas, exceto a força gravitacional e pressão atmosférica (THEBAUDIN et al., 1997; NELSON, 2001; RAGHAVENDRA et al., 2004), ao passo que a capacidade de ligação de água consiste na quantidade de água retida pela estrutura da fibra após a aplicação de forças externas – pressão, ou mais comumente, a centrifugação (THEBAUDIN et al., 1997; NELSON, 2001).

A capacidade de ligação de óleo também é um dos parâmetros utilizados para determinar a utilização deste ingrediente em alimentos. As fibras insolúveis podem reter acima de 5 vezes a sua massa em óleo. Essa propriedade em alimentos pode melhorar a retenção de óleo pelas fibras, que normalmente são perdidas durante o cozimento. A agregação de óleo no produto confere, portanto, retenção de sabor, aumentando o rendimento tecnológico. A origem das fibras e o tamanho de sua partícula afetam a sua capacidade de ligação de óleo (THEBAUDIN et al., 1997).

1.6 Atividade antioxidante

O interesse no papel fisiológico de compostos bioativos presentes nas plantas tem aumentado substancialmente na última década, em particular, devido a sua influência sobre a saúde humana (VINARDELL; UGARTONDO; MITJANS, 2008).

Atualmente, existe um grande interesse no estudo dos antioxidantes, devido principalmente, às descobertas sobre o efeito dos radicais livres no organismo (NUNES; OLIVEIRA; MORAIS, 2006). Inúmeras pesquisas foram realizadas até o momento para esclarecer o papel dos radicais livres em processos fisiopatológicos, como envelhecimento, câncer, aterosclerose, inflamação, entre outros (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

O termo radical livre refere-se a átomo ou molécula altamente reativo, contendo um ou mais elétrons não pareados na sua última camada eletrônica (HALLIWELL, 1992). Isso determina uma atração para um campo magnético, conferindo sua alta reatividade, capaz de reagir com qualquer composto situado próximo à sua órbita externa, o que caracteriza a função oxidante ou redutora de elétrons (FERREIRA; MATSUBARA, 1997; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999 apud SHAMI; MOREIRA, 2004). A denominação de radical livre, entretanto, não é o termo ideal para designar os agentes reativos patogênicos, pois alguns deles não apresentam elétrons desemparelhados em sua última camada. Como em sua maioria são derivados do metabolismo do oxigênio (O_2), utiliza-se o termo espécies reativas de oxigênio (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

As Espécies Reativas de Oxigênio (ERO) são encontradas em todos os sistemas biológicos. No organismo, as EROs encontram-se envolvidas na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas. Durante o processo fisiológico de metabolismo celular aeróbio nas mitocôndrias ocorre redução completa do oxigênio (O_2), havendo a formação de intermediários reativos, como os radicais superóxido ($O_2^{\cdot-}$), hidroperoxila (HO_2^{\cdot}) e hidroxila (OH^{\cdot}) e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O radical hidroxila é considerado uma das EROs mais reativas em sistemas biológicos, principalmente devido a sua meia-vida curta, o que dificulta o sequestro por antioxidantes *in vivo* (NUNES; OLIVEIRA; MORAIS, 2006). Apesar de não ser um radical livre, pela ausência de elétrons desemparelhados na última camada, o H_2O_2 é um metabólito do oxigênio extremamente deletério, principalmente devido a sua participação na reação que produz o radical OH^{\cdot} (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

A geração de espécies reativas pode ocorrer através da redução completa do oxigênio, assim como pelas reações de Fenton e Haber-Weiss, como apresentadas nas Figuras 1 e 2. Na presença de superóxido e íons metálicos, normalmente o Ferro, o

H₂O₂ pode gerar OH[•] pela reação de Fenton (Figura 1) (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

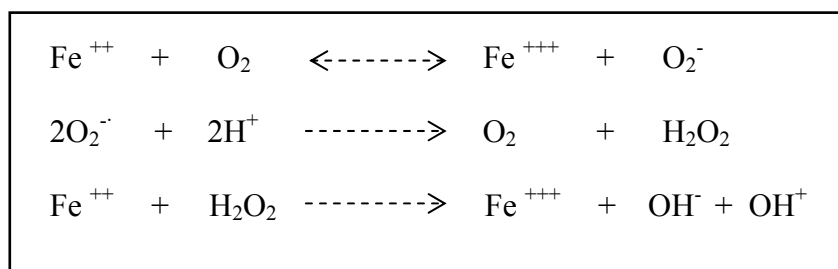


Figura 1 – Reação de Fenton (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

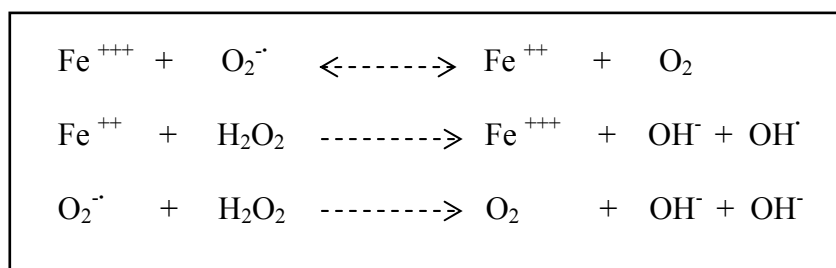


Figura 2 – Reação de Haber-Weiss (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

Embora as EROs possam ser mediadoras de doenças, sua formação nem sempre está associada a danos celulares, como por exemplo, na defesa do organismo humano contra infecções, quando as bactérias estimulam os neutrófilos a produzirem espécies reativas com o objetivo de destruir os microrganismos (HATHERILL; TILL; WARD, 1991).

As espécies reativas apresentam papel crucial na patogênese de diversas doenças humanas, tais como câncer, artrite reumatóide, aterosclerose, doenças neurodegenerativas e pulmonares (ROSEN; FREEDMAN, 1984; SQUADRITTO; PRYOR, 1998). O excesso de EROs no organismo é combatido pelos antioxidantes endógenos, produzidos pelo próprio corpo, e exógenos, adquiridos através da alimentação. Os antioxidantes apresentam efeito significativo na redução dos danos oxidativos às biomoléculas pela modulação dos efeitos de oxidantes reativos (DUTHIE et al., 1996), sendo recomendados ao consumidor devido aos efeitos benéficos relacionados à saúde (KATALINIC et al., 2006).

Os antioxidantes são definidos como substâncias capazes, mesmo que em baixas concentrações, de competir com outros substratos oxidáveis e, então, retardar ou inibir o processo de oxidação desses substratos (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1989 apud HALLIWELL et al., 1995). O termo substratos oxidáveis refere-se a substâncias encontradas nos alimentos e em tecidos vivos, incluindo proteínas, lipídeos, carboidratos e DNA (HALLIWELL et al. 1995).

O estresse oxidativo, definido como o desequilíbrio entre oxidantes e antioxidantes em favor dos oxidantes, que provocaria dano celular, vem sendo proposto como a principal causa de envelhecimento e associado ao desenvolvimento de várias doenças em humanos. Para a medicina moderna, o balanço entre antioxidantes e oxidação é compreendido como um conceito crítico para a manutenção do sistema biológico saudável (DAVIES, 2000; FINKEL, 2000; TIWARU, 2001; KATALINIC et al., 2006).

Importantes descobertas científicas contribuíram para o aumento de estudos sobre a identificação de fitoquímicos antioxidantes, tendo em vista a habilidade destes compostos em inibir a propagação de reações com radicais livres, protegendo o corpo humano de possíveis desequilíbrios e doenças (KINSELLA et al., 1993).

A presença de antioxidantes também favorece a estabilidade de alimentos, sendo um importante agente protetor da rancidez oxidativa nas moléculas de lipídeos (HALLIWELL et al., 1995). A ocorrência de EROs em alimentos é inevitável, devido à própria natureza biológica dos mesmos (BEAL, 2006). Alguns autores comprovaram que as EROs são responsáveis pela iniciação do processo de peroxidação lipídica em alimentos (BRADLEY; MIN, 1992 ; KANNER, 1994; HALLIWELL et al., 1995).

As evidências constatadas, até então, sobre o consumo de alimentos que contenham compostos antioxidantes aceleraram as pesquisas sobre os princípios dos antioxidantes, levando à identificação de variados recursos naturais e isolamento de moléculas antioxidantes ativas (KATALINIC et al., 2006).

Fontes potenciais de compostos antioxidantes têm sido pesquisadas em diversas verduras e legumes, frutas, folhas, oleaginosas, cereais, cascas, raízes, condimentos e ervas (KÄHKÖNEN et al., 1999; ADOM; LIU, 2002; KAMATH; CHANDRASHEKAR; RAJINI, 2004; KATALINIC et al., 2006; RAGAEI; ABDEL-AAL; NOAMAN, 2006; TSENG; YANG; MU, 2008).

Estudos científicos têm sugerido o papel dos compostos fenólicos como as principais fontes de antioxidantes naturais em alimentos de origem de plantas

(HAGERMAN et al., 1998), por possuírem propriedades de quelar metais e seqüestrar radicais livres. Os compostos fenólicos são considerados efetivos seqüestradores de radicais livres e inibidores da peroxidação lipídica (BORS; SARAN, 1987; RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1997). Diversos autores destacam a existência de correlações entre o conteúdo de polifenóis e atividade antioxidante (BEAL, 2006; KATALINIC et al., 2006; ANTON et al., 2008), enquanto que outros não encontraram esta relação (KÄHKÖNEN et al., 1999; MOURE et al., 2001; SCALZO, 2008).

A atividade antioxidante de fenólicos está principalmente relacionada às propriedades redox, as quais permitem sua atuação como agentes redutores, doadores de hidrogênio e a reagirem com o oxigênio singlete. Além disso, os fenólicos apresentam potencial como quelante de metais (RICE-EVANS et al., 1995).

Um composto antioxidante deve exercer ação *in vivo* ou nos alimentos pela geração inibitória das EROs ou pelo seqüestramento direto dos radicais livres. Alguns experimentos simples podem ser utilizados para examinar a habilidade antioxidante direta *in vitro* e para testar possíveis efeitos pró-oxidantes (HALLIWELL et al., 1995). Um dos métodos mais utilizados para a identificação da atividade antioxidante são os métodos com o cátion radical 2,2-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS) e radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH).

O método ABTS foi primeiramente sugerido por Rice-Evans et al. (1993) para avaliar amostras biológicas, que, por conseguinte, foi expandido para estudos na área de alimentos, sendo aplicável a antioxidantes lipofílicos e hidrofílicos (RE et al., 1999).

O ensaio ABTS⁺ original foi baseado na ativação da metamioglobina com peróxido de hidrogênio na presença de ABTS para produzir o cátion radical, com ou sem antioxidantes. Entretanto, devido à rápida reação dos antioxidantes, possivelmente ocorreria a redução de radicais ferril-mioglobina, produtos gerados durante a reação para obtenção dos radicais ABTS. Uma forma mais apropriada para o ensaio ABTS foi, então, desenvolvida a partir da técnica de descoloração, no qual o radical é gerado diretamente em uma forma estável para a reação com os antioxidantes. Essa técnica envolve a produção direta do cromóforo ABTS⁺ na cor azul/verde através da reação entre o ABTS e persulfato de potássio. A adição de antioxidantes ao cátion radical pré-formado reduz o ABTS para uma extensão dependente do tempo e concentração de antioxidantes avaliada (RE et al., 1999).

O radical DPPH também tem sido amplamente utilizado para a avaliação da atividade de seqüestramento de radicais livres em extratos de plantas, alimentos ou em

compostos simples, devido, principalmente, a sua facilidade de uso e metodologia. A reação de transferência de prótons do radical livre DPPH[•] por um sequestrador (Figura 3) causa uma redução na absorbância a 517 nm, a qual pode ser identificada em espectrofotômetro na região visível (SCALZO, 2008).

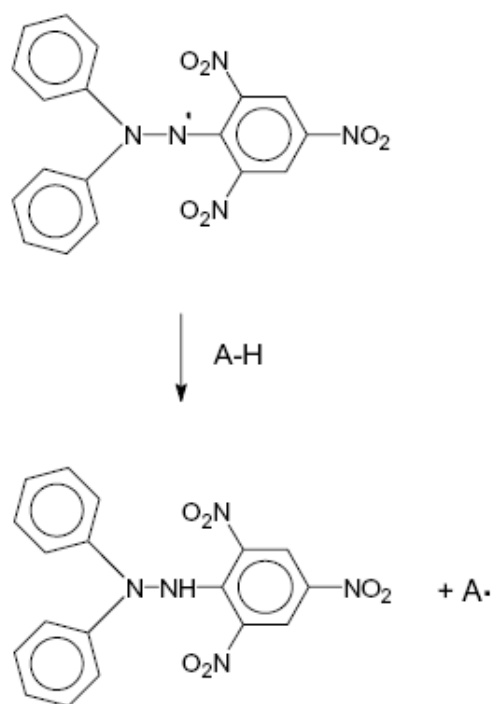


Figura 3 – Estrutura química do DPPH[•] e sua reação com um sequestrador, indicado pelo A-H (SCALZO, 2008).

O radical DPPH[•] com coloração estável é reduzido na presença de um antioxidante ou um doador de hidrogênio, e a redução da intensidade da coloração é monitorada ao longo do tempo (RAGAE; ABDEL-AAL; NOAMAN, 2006), assim como o método ABTS.

1.7 Microscopia de alimentos

A microscopia ótica foi inicialmente utilizada na ciência dos alimentos para detectar contaminação ou adulteração. Posteriormente, surgiu o interesse em conhecer a microestrutura dos alimentos e de que forma esta interferia em suas propriedades. Com a comercialização de alimentos industrializados, tornou-se necessário o conhecimento

dos processos que levavam ao desenvolvimento de variadas estruturas (KALÁB; ALLAN-WOJTAS; MILLER, 1995).

A microestrutura de alimentos complexos é extremamente influenciada pelo tipo de processamento realizado, sendo que essas operações contribuem para o desenvolvimento de uma microestrutura responsável pelas propriedades características do produto (AGUILERA, 2000).

Segundo Orrego (2002), a microscopia pode proporcionar informações sobre muitas características dos alimentos, tais como:

- Composição química e distribuição de seus componentes;
- Características estruturais;
- Contaminantes;
- Presença de microrganismos.

Dentre as principais técnicas de microscopia para utilização em alimentos estão a microscopia de fluorescência e microscopia eletrônica de varredura.

1.7.1 Microscopia de fluorescência

A microscopia de fluorescência é utilizada principalmente para a identificação, localização e quantificação de substâncias específicas e estruturas fluorescentes (FULCHER; IRVING; DE FRANCISCO, 1989). A fluorescência refere-se à luz emitida (luminescência) pelas moléculas durante o período de excitação pelos prótons. A substância após ser irradiada com uma luz de excitação de comprimento de onda específico pode ser visualizada em microscópio de fluorescência e quantificada por espectrofotometria (GUIBAULT, 1989).

Existem alguns componentes de origem vegetal e animal que emitem fluorescência natural ao serem irradiados com excitação específica, sendo denominada fluorescência primária ou autofluorescência (MUNCK, 1989; KALÁB; ALLAN-WOJTAS; MILLER, 1998; HEALTH, 2000). Em plantas que possuem clorofila, uma pequena parte da radiação absorvida é suficiente para a emissão de fluorescência natural na cor vermelha. Além desta, pode-se observar fluorescência primária na camada de aleurona na cor azul, devido à presença do ácido ferúlico e compostos fenólicos (MUNCK, 1989; HAGEN et al., 2006).

Constituintes celulares que não apresentam fluorescência natural devem ser adicionados de fluorocromos específicos (HEALTH, 2000), que induzem a fluorescência, denominada fluorescência secundária. Em função da composição química do alimento, os fluorocromos ligam-se em áreas específicas da amostra (MUNCK, 1989), de acordo com o objetivo do pesquisador. Os principais fluorocromos utilizados são o calcofluor para identificação de β -glucanas, paredes celulares e microrganismos; azul de Nilo para identificação de ésteres de colesterol, ácidos graxos livres e fosfolipídeos; primulina para amidos; laranja de acridina para amidos e pectina; ácido borínico para flavonóides; acriflavina-HCl para identificação de fitatos, entre outros (KALÁB; ALLAN-WOJTAS; MILLER, 1995).

Alguns fatores podem afetar a fluorescência das amostras, como a decomposição fotoquímica e perda da intensidade com o tempo; a concentração da substância fluorescente; o pH das soluções; a estrutura química da amostra e a polaridade dos solventes utilizados (FULCHER; IRVING; DE FRANCISCO, 1989).

Parkkonen, Heinone e Autio (1997) quantificaram a parede celular visível em massas de duas variedades de centeio através da microscopia de fluorescência, com utilização do calcofluor para a determinação de β -glucanas. Os autores confirmaram que o método pode ser aplicável a todos os materiais biológicos contendo β -glucanas, sendo esta importante ferramenta para o estudo da atividade enzimática e otimização das condições de processo. Andersson et al. (1999) determinaram a composição química e microestrutura de dois cultivares de cevada a partir da microscopia de fluorescência. Os autores identificaram que as sementes e endosperma apresentaram-se irregulares, havendo a presença de uma camada espessa de β -glucanas na parede celular. Flander et al. (2007) avaliaram a concentração e a distribuição de massa molar de β -glucanas na farinha e pão de aveia, por microscopia de fluorescência.

1.7.2 Microscopia eletrônica de varredura

Com a microscopia eletrônica de varredura tem-se a observação de um determinado objeto a partir de sua superfície e não através do mesmo, como ocorre na microscopia de fluorescência. As vantagens da microscopia eletrônica de varredura

quando comparada à microscopia óptica são, principalmente, referentes ao aumento da resolução e da profundidade do campo (DE FRANCISCO, 1989).

O microscópio eletrônico apresenta a mesma fonte de iluminação de um microscópio óptico, a partir de um filamento quente de tungstênio que produz luz e elétrons. As lentes do microscópio eletrônico são constituídas por bobinas eletromagnéticas, que projetam o feixe de luz e as imagens nos pontos focais apropriados. As lentes eletromagnéticas proporcionam a movimentação dos elétrons sobre a amostra ponto a ponto e ao longo de linhas paralelas, sendo por isso denominada varredura (DE FRANCISCO, 1989).

Os trabalhos científicos que utilizam a ferramenta de microscopia eletrônica de varredura normalmente avaliam a anatomia e organização celular de variados alimentos e vegetais, incluindo alimentos ricos em fibras.

Panchev e Karageorgiev (2000) caracterizaram os poros das cascas de maçã e laranja, os quais são fontes de substâncias pécicas. A microscopia eletrônica de varredura confirmou a porosidade verificada por porosimetria com mercúrio e nitrogênio e estes resultados possibilitaram o desenvolvimento de modelos teóricos do processo de extração de substâncias pécicas e a construção de equipamentos para este fim.

Pierzynowska-Korniak et al. (2002) desenvolveram estudo com a casca e polpa da maçã com o objetivo de identificar diferenças entre nove variedades da fruta a partir da microscopia eletrônica de varredura. Como resultados obtiveram diferenças entre as variedades segundo a forma, o tamanho das células, a presença e tamanho dos espaços intermoleculares e determinação do grau de compactação das células. Foram encontradas algumas correlações entre a avaliação sensorial e a microestrutura da maçã, como o tamanho da fruta e algumas propriedades de textura (firmeza e dureza).

Wong, Cheung e Wu (2003) estudaram as características microestruturais de cogumelos das espécies *Pleurotus tuber-regium*, *Polyporus rhinocerus* e *Wolfiporia cocos* para identificação dos melhores rendimentos e pureza de fibras dietéticas solúveis e insolúveis para possível aplicação como fonte alternativa de fibras na alimentação.

Güemes-Vera, Esperza e Dávila-Ortiz (2004) analisaram amostras de semente *Lupinus mutabilis* e possíveis alterações morfológicas decorrentes do processamento físico (moagem) e químicos (tratamentos ácidos e alcalinos) utilizados para obter a farinha, concentrado protéico e isolado protéico de *Lupinus mutabilis*. Também foram

avaliadas as misturas de farinha de trigo com as farinhas derivadas da semente *L. mutabilis*.

Gangadharappa, Ramakrishna e Prabhasankar (2008) avaliaram as características microestruturais de farinhas de trigo para determinação da influência do processamento sobre a estrutura de grânulos de amido, matriz protéica e partículas do farelo, constituídas por endosperma e fibras.

Muitos trabalhos de anatomia botânica foram realizados com folhas, utilizando a microscopia eletrônica de varredura. A anatomia foliar das espécies *Pteridaceae* do Parque Estadual do Rio Doce (MG) foram investigadas para a solução de problemas taxonômicos (GRAÇANO; AZEVEDO; PRADO, 2001). Martins (2002) avaliou a anatomia foliar de menta das espécies *Mentha spicata* e de *Mentha suaveolens*; Toledo, Alquini e Nakashima (2004) analisaram amostras de folhas de *Ocotea odorífera* de diferentes estações do ano para identificação dos aspectos estruturais, devido a importância florestal e econômica da espécie para as regiões estudadas.

1.8 Alimentos sem glúten

A doença celíaca consiste em uma enteropatia por sensibilidade ao glúten em indivíduos predispostos geneticamente. A doença é caracterizada por lesão permanente da mucosa intestinal provocada pela ingestão de glúten, podendo haver a recuperação completa da mucosa em decorrência da remoção do glúten da dieta (MELO et al., 2006).

Clinicamente, a doença celíaca ocorre de quatro formas: clássica, atípica, silenciosa e latente. A forma clássica é caracterizada por diarreia crônica (síndrome de má-absorção); a forma atípica por vários outros sintomas, incluindo manifestações de doenças da tireóide, epilepsia e infertilidade (MÄKI; COLLIN, 1997; FASANO; CATASSI, 2001). Indivíduos com a forma silenciosa são assintomáticos ou apresentam menores sintomas, porém, possuem sorologia positiva para doença celíaca e alterações da mucosa intestinal. Na forma latente, o indivíduo não apresenta sintomas e possui biópsia intestinal normal quando em dieta normal, entretanto, podem surgir problemas intestinais, que serão recuperados com uma dieta sem glúten (DEWAR; CICLITIRA, 2005).

O único tratamento para a doença celíaca é a remoção total de todas as fontes de glúten da alimentação. A alimentação do celíaco diagnosticado, entretanto, tropeça no constante problema da reduzida oferta de alimentos farináceos permitidos e na presença comercial de ampla gama de produtos industrializados com diversos graus de contaminação. Para o celíaco, o consumo de alimentos contaminados com glúten, mesmo que em pequenas quantidades, agrava a sua condição patológica e deteriora seu estado nutricional (MARCÍLIO et al., 2005).

O glúten é a principal proteína presente nas farinhas de trigo, centeio, cevada e malte, responsável pelas características elásticas das massas, além da contribuição para a aparência e estrutura da crosta de muitos produtos de panificação. A utilização da aveia na alimentação sem glúten apresenta controvérsias, principalmente, devido aos riscos de contaminação durante o seu processamento, já que o transporte, armazenamento e moagem deste cereal, normalmente, ocorrem em unidades processadoras de cereais com glúten (KANERVA et al., 2006). Entretanto, alguns estudos clínicos demonstram a ausência de glúten na aveia, podendo esta ser utilizada de forma segura na alimentação de celíacos (VIEIRA, 2001; STORSRUD; YMAN; LENNER, 2003).

A toxicidade do glúten está relacionada à fração α -gliadina, que apresenta composição específica composta pela seqüência de aminiáciso: leucina, glicina, glutamina, glutamina, glutamina, prolina, fenilalanina, prolina, prolina, glutamina, glutamina, prolina, tirosina, prolina, glutamina, prolina, glutamina, prolina e fenilalanina (LGQQQPFPPQQPYQPQPF) (KASARDA; OVÍDIO, 1999).

O resultado da remoção do glúten da formulação de produtos de panificação corresponde na maioria dos problemas evidenciados com esse tipo de produto. Muitos dos produtos sem glúten disponíveis no mercado apresentam baixa aceitabilidade pelos consumidores quanto ao sabor (ARENDT et al., 2002 apud GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004) e à textura. A matriz do glúten é um dos principais determinantes das características reológicas das massas, tais como elasticidade, extensibilidade, resistência ao estiramento e habilidade de retenção de gás (LAZARIDOU et al., 2007).

As farinhas de arroz, amido de milho, farinha de milho, fubá, farinha de mandioca, polvilho, fécula de mandioca e de batata são as principais farinhas utilizadas nos produtos sem glúten em substituição aos tradicionais com glúten, promovendo a

perda de algumas propriedades funcionais atribuídas ao trigo, dificultando a elaboração de produtos sensorialmente aceitáveis (WILLE et al., 2006).

O *Codex Alimentarius*, revisado no ano 2000, determina que alimentos sem glúten: (a) consistem de alimentos preparados somente de ingredientes que não contenham nenhuma prolamina do trigo ou de suas variedades, centeio, cevada, aveia ou variedades híbridas com teor de glúten não excedendo a 200 ppm; (b) consistem de ingredientes de trigo, centeio, cevada, aveia ou outras variedades, não excedendo o teor de glúten de 200 ppm; (c) algumas misturas de dois ingredientes como os mencionados em (a) e (b) com teor de glúten não excedendo a 200 ppm. Nos Estados Unidos, existe uma determinação de ausência total de glúten nos alimentos sem glúten ou *gluten-free* que deve ter como base os ingredientes naturalmente sem glúten (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

O inadequado armazenamento ou manipulação de produtos sem glúten pode gerar sérios problemas ao consumidor celíaco. Alimentos sem glúten contaminados, pela presença de glúten, é um fato comum e demonstra a falta de conhecimento, implicando a necessidade de maior conscientização sobre a doença e suas consequências. Gélinas et al. (2007) avaliaram 148 alimentos comercializados no Canadá para identificação da presença natural ou contaminação de produtos por glúten. Aproximadamente metade das amostras de alimentos avaliadas não estavam dentro dos padrões exigidos de 20 mg de glúten/kg de amostra. Dentre os alimentos à base de cereais, 15 % estavam acima do padrão exigido, incluindo sete alimentos sem glúten. Alimentos à base de arroz, milho ou quinoa foram os mais seguros para os consumidores celíacos e os alimentos mais críticos foram aqueles contendo aveia, trigo e cevada, principalmente, os cereais matinais enriquecidos com ingredientes do malte.

Alguns pesquisadores têm desenvolvido estudos para a melhoria das massas e produtos de panificação sem glúten, principalmente devido à dificuldade em desenvolver produtos sem glúten com características sensoriais e reológicas aceitáveis. Pagani (1986) apud Ormenese et al. (2001) obteve massa alimentícia seca, não-convencional sem glúten, de boa qualidade, com a adição de substâncias protéicas capazes de formar uma rede menos pegajosa durante o cozimento.

Em estudo preliminar, Ormenese (1998) utilizou a farinha de arroz para a produção de massas alimentícias por meio dos processos convencionais de extrusão de macarrão e secagem à alta temperatura, a fim de avaliar a influência da adição de dois diferentes emulsificantes nas características de cozimento da massa. Como resultados,

os parâmetros de cozimento apresentaram-se próximos aos do macarrão preparado com trigo, o que torna a produção de massa alternativa a partir do processo convencional, economicamente interessante, considerando que empresas que atuam neste setor já dispõem desta tecnologia.

Ormenese et al. (2001) desenvolveram três formulações de macarrão de arroz produzidas pelo processo convencional de produção de massas secas com ou sem o uso de aditivos, que foram avaliadas por análise sensorial descritiva quantitativa após cozimento em relação aos atributos de aparência, aroma, sabor e textura. Além disso, foi realizado teste de aceitabilidade de uma das amostras de macarrão de arroz com consumidores portadores da doença celíaca. Apesar do produto ter sido considerado de boa aceitabilidade pelo seu público-alvo, o aspecto quebradiço durante o cozimento foi citado como ponto negativo.

Ibanoğlu et al. (2006) desenvolveram *snacks* extrusados sem glúten, com a utilização das farinhas de milho, arroz e grão de bico. Os *snacks* foram avaliados quanto às características de cor e textura e a aceitabilidade global através de análise sensorial com dez julgadores não treinados e não celíacos.

Algumas formulações de pães foram testadas com o objetivo de estabelecer uma mistura ideal de farinhas e amidos para a substituição do trigo, presente normalmente nos pães tradicionais. Foram utilizadas farinhas de milho e arroz e fécula de mandioca juntamente com os demais ingredientes, incluindo margarina e goma xantana. Os pães foram avaliados quanto ao volume específico, aparência e textura da crosta, umidade e sensorialmente com julgadores não treinados sem intolerância ao glúten. A partir dos parâmetros de produção estabeleceu-se uma mistura de farinhas composta por 45 % de farinha de arroz, 35 % de amido de milho e 20 % de amido de mandioca, que apresentou um bom resultado, originando pães com miolo composto por células de tamanhos uniformes, bem distribuídas, sabor e aparência agradáveis (LOPÉZ; PEREIRA; JUNQUEIRA, 2004).

Kiskini et al. (2007) desenvolveram pão sem glúten fortificado com ferro, utilizando compostos selecionados de ferro (pirofosfato férrico, pirofosfato com emulsificantes, NaFeEDTA, ferro eletrolítico, gluconato ferroso, lactato ferroso e sulfato ferroso), que foram avaliados quanto às características sensoriais. A análise sensorial foi desenvolvida com uma equipe de onze julgadores treinados e não celíacos.

Biscoitos e *cookies* são produtos muito populares por todo o mundo, com uma vasta combinação entre textura e sabor, o que lhes conferem boa aceitabilidade.

Biscoitos sem glúten podem ser incluídos na dieta dos portadores de doença celíaca e hoje estão disponíveis comercialmente. Entretanto, frequentemente a formulação desses produtos baseia-se em amidos puros, resultando em biscoito seco e com aspecto arenoso. Em produtos sem glúten normalmente substitui-se a farinha de trigo por uma mistura de farinhas sem glúten e amidos (SCHOBER et al., 2003), com o objetivo de melhorar as características reológicas e sensoriais dos mesmos.

Visando preencher a lacuna existente no mercado de produtos para fins especiais, Wille et al. (2006) desenvolveram um biscoito sem glúten a partir de receita caseira nos sabores chocolate e coco. Os atributos de cor, sabor, textura e gosto doce foram avaliados por 45 julgadores não treinados. Os autores concluíram o trabalho afirmando que é possível desenvolver biscoitos agradáveis e saborosos, sem glúten, que venham a atender as necessidades da população de celíacos.

Forlin, Gonzalez e Sanjinez-Argandoña (2006) produziram biscoito doce sem glúten, com o objetivo de avaliar sua composição química, física e vida de prateleira. O biscoito foi desenvolvido com amidos de milho e fécula de mandioca, manteiga, açúcar e ovos. A cada sete dias de armazenamento em condições aceleradas de estocagem (30 a 40 °C e Umidade Relativa de 90 %) os biscoitos eram submetidos à análise de pH, lipídeos, umidade, cinzas, acidez titulável, proteínas e carboidratos. Os resultados demonstraram que em condições de temperatura de 25 °C e umidade relativa de 74 %, a vida útil do biscoito foi de três meses.

Dietas contendo quantidades moderadas de grãos de cereais, frutas e vegetais fornecem o requerimento adequado de fibras. Geralmente, os produtos sem glúten não são enriquecidos ou fortificados e são frequentemente produzidos a partir de farinhas refinadas ou amidos. A dieta de portadores de doença celíaca possivelmente não atinge os níveis necessários de nutrientes como a dieta de indivíduos que não apresentam intolerância ao glúten (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

O enriquecimento de produtos de panificação e massas sem glúten com fibras alimentares surge como uma necessidade, já que portadores de doença celíaca geralmente possuem baixa ingestão de fibras atribuída às restrições de uma dieta sem glúten (THOMPSON, 2000). Tosi, Ciapinni e Masciarelli (1996) desenvolveram *cookies* sem glúten a partir da farinha integral de amaranto, amido de milho, ovos, margarina, açúcar, bicarbonato de sódio, bitartarato de potássio e butilhidroxitolueno (BHT). O biscoito apresentou alto teor de proteínas (5,7 g/100g) e fibras alimentares

(1,1 g/100g) quando comparado a biscoitos tradicionais sem glúten disponíveis no mercado.

Caperuto, Amaya-Farfan e Camargo (2001) desenvolveram macarrão com farinhas de quinoa, um pseudocereal originário dos Altos Andes, e farinha de milho. As amostras de macarrão foram avaliadas quanto às características reológicas e sensoriais, apresentando os melhores resultados com tratamentos térmicos em curto tempo, 4 a 6 minutos de cocção. Gallagher, Gormley e Arendt (2004) desenvolveram pão com a adição de hidrocolóides, com o objetivo de aumentar a oferta de fibras em alimentos sem glúten. Os hidrocolóides utilizados foram pectina, carboximetilcelulose, agarose, xantana e β -glucanas, além de farinha de arroz, amido de milho e caseinato de sódio. As massas e os pães foram avaliados quanto às propriedades reológicas e características sensoriais. A qualidade das massas e dos pães apresentou dependência ao hidrocolóide utilizado na formulação e o nível de suplementação. A utilização de carboximetilcelulose e pectina demonstraram efeitos semelhantes, resultando em pães com aumento significativo do volume e valores de porosidade e elasticidade melhorados quando comparados aos pães desenvolvidos com agarose, xantana e β -glucanas.

Marcílio et al. (2005) propuseram um processo para a elaboração de biscoito nutritivo do tipo *cookie* com farinha de amaranto, comprovadamente isenta de glúten, para celiacos. O biscoito com o menor teor de farinha de amaranto foi o preferido pelos consumidores, destacando que a análise sensorial foi realizada com consumidores sem intolerância ao glúten.

Palhano et al. (2006) elaboraram pão com fibras sem glúten com a utilização de linhaça e gergelim com o objetivo de aumentar a oferta de fibras na dieta, já que portadores de doença celíaca apresentam constipação intestinal com frequência.

Ferreira, Luparelli e Quadros (2006) desenvolveram *cookies* de chocolate utilizando farinha de sorgo (*Sorghum vulgare*), que normalmente é destinada à alimentação animal. As formulações apresentaram 58 e 67 % de farinha de sorgo, 8 e 17 % de farinha de arroz, 33 e 17 % de amido de milho, respectivamente. Os *cookies* foram avaliados sensorialmente por julgadores portadores da doença celíaca, que atribuíram valores iguais ou superiores a 7 (gostei moderadamente) para ambas as formulações.

1.9 Parâmetros de textura

Os parâmetros de textura são importantes atributos percebidos pelos consumidores (HERRERO et al., 2007). Muitos métodos instrumentais têm sido desenvolvidos para determinação das propriedades de textura de alimentos (BOURNE, 2002), sendo o mais comumente utilizado o método de análise do perfil de textura (TPA) (HERRERO et al., 2007).

Análise do perfil de textura utiliza um equipamento teste (Figura 4), que imita o processo de mastigação através do uso de uma força destrutiva, onde características como a dureza, elasticidade e coesividade dos alimentos são calculadas (VAN HEKKEN; TUNICK; PARK, 2004).

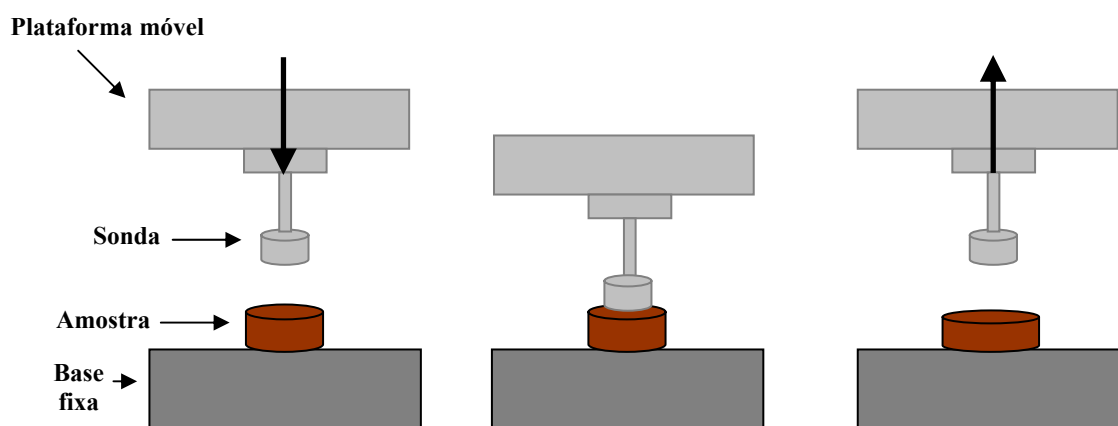


Figura 4 – Representação esquemática do analisador de textura no primeiro ciclo de compressão da avaliação do perfil de textura de determinada amostra (Acervo do autor).

A análise de perfil de textura é realizada com a utilização de uma sonda afixada em coluna vertical, que comprime a amostra sobre uma base fixa (Figura 4), causando a sua deformação. A sonda do equipamento retorna ao seu ponto de partida inicial e repete o procedimento, o que se assemelha a ação de duas mordidas sobre determinada amostra (TUNICK, 2000). Como resultado dessa análise, tem-se a obtenção de uma curva, conforme apresentada na Figura 5.

Os parâmetros de textura são determinados a partir da curva TPA e definidos segundo Bourne (2002) e Park (2007) como:

- Firmeza: Força necessária para atingir a deformação, obtida a partir da máxima força durante a primeira compressão;

- Adesividade: Trabalho necessário para superar a força atrativa entre o alimento testado e a superfície da sonda, obtida a partir da área do pico negativo de força do primeiro ciclo de compressão;
- Coesividade: Força entre as ligações internas do alimento, obtida através da razão entre a área de força positiva do primeiro e segundo ciclos de compressão;
- Elasticidade: Razão pela qual o alimento deformado retorna à condição original após a remoção da força, obtida através da altura da amostra recuperada entre o fim do primeiro ciclo e o início do segundo ciclo de compressão.

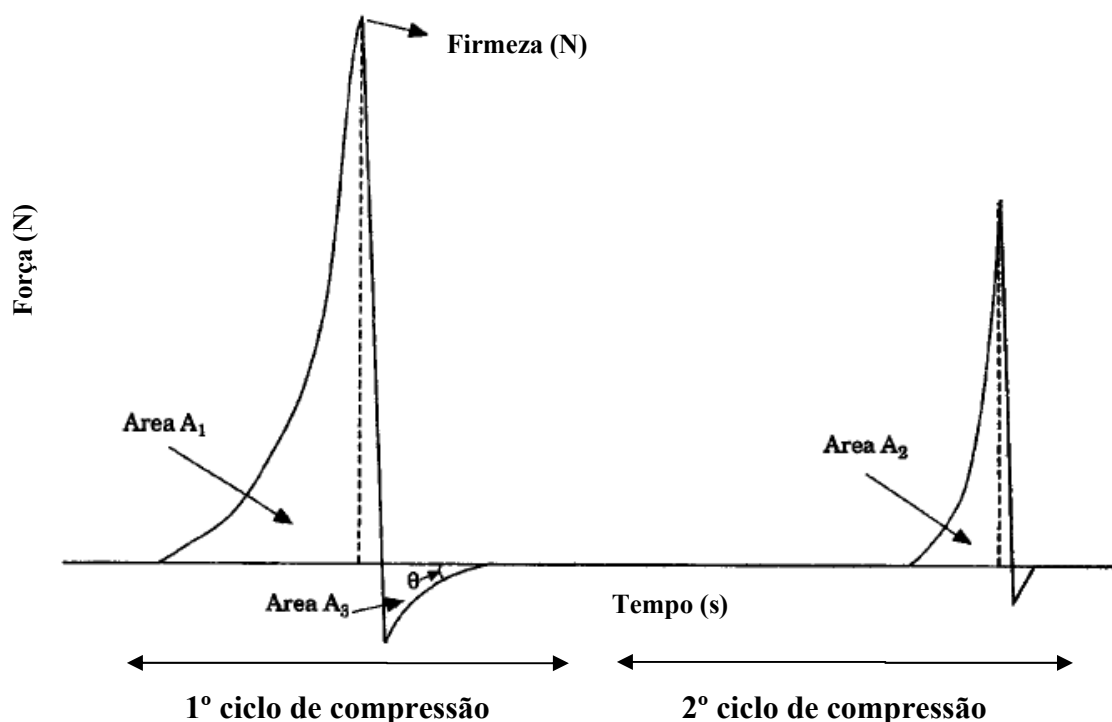


Figura 5 – Gráfico representativo da análise do perfil de textura. $A_1 + A_2$, Consistência (N.s); Força máxima (N) durante o primeiro ciclo de compressão, Firmeza; A_2 / A_1 , Coesividade; A_3 , Adesividade (N.s); $(90 - \theta)^\circ$, Elasticidade (MANOHAR; RAO, 1999).

Os parâmetros de compressão obtidos com a curva do TPA têm sido utilizados por muitos autores nas avaliações de amostras de massas de biscoitos, com o objetivo de identificar e comparar as características de textura de massas contendo diferentes concentrações de um ingrediente específico. O conhecimento das características das massas é muito importante para o controle de qualidade de biscoitos.

Conforti e Lupano (2004) avaliaram parâmetros de textura de massas contendo 0, 5, 11 ou 25 % de concentrado protéico de soro (WPC). Foram determinadas a firmeza, consistência, adesividade e coesividade com dois ciclos de compressão a 50 %.

A presença do WPC com o maior conteúdo protéico produziu redução na firmeza e consistência e aumento na coesividade da massa.

Gallagher, Kenny e Arendt (2005) determinaram a firmeza, elasticidade e coesividade de massas contendo 0, 5, 10 e 15 % de concentrado protéico de soro e carbonato de cálcio. A adição de 5 e 10 % de concentrado protéico de soro reduziu a firmeza da massa. Massas contendo 10 e 15 % de carbonato de sódio tiveram um aumento significativo ($p \leq 0,05$) da elasticidade e coesividade comparados à massa controle.

Lee e Brennand (2005) desenvolveram biscoitos fritos contendo 0, 5, 10 e 15 % de isolado protéico de soja em substituição à farinha de trigo. A massa desses biscoitos foi avaliada segundo o parâmetro de consistência. A consistência da massa aumentou com a adição de isolado protéico de soja e foi altamente correlacionada com a desidratação e absorção de óleo.

Tyagi et al. (2007) avaliaram as características de firmeza, elasticidade e adesividade em massas de biscoitos contendo diferentes concentrações de farinha de mostarda desengordurada (0 – 20 %). Massas contendo 5, 10 e 15 % não apresentaram diferença significativa quanto aos parâmetros de textura estudados.

O teste instrumental de textura tem sido desenvolvido para a identificação da resistência da amostra à força de deformação. Um dos métodos utilizados para avaliação de biscoitos tipo *cookie* consiste na avaliação da força de fratura inicial e firmeza (Figura 6).

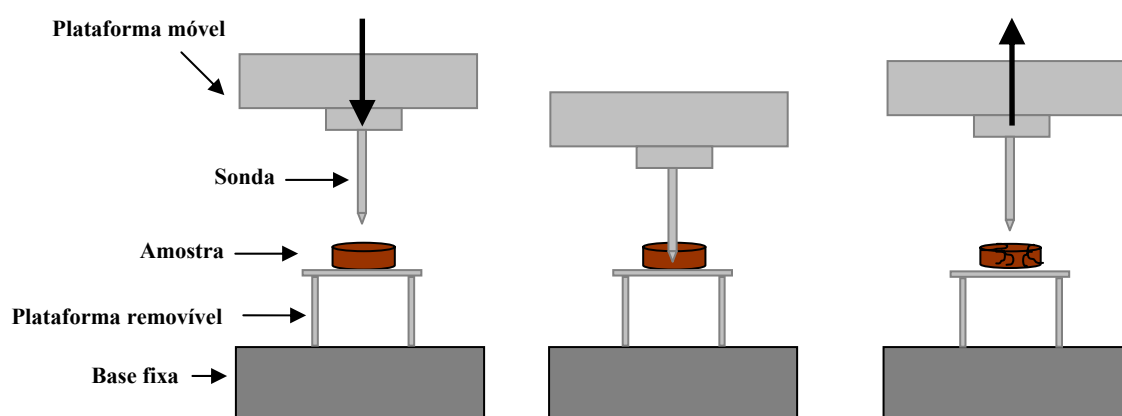


Figura 6 – Representação esquemática do analisador de textura para a avaliação de força de fratura inicial e firmeza em amostras de biscoitos (Acervo do autor).

A substituição de farinhas tradicionais por “farinhas alternativas”, que apresentem melhor valor nutricional, na formulação de biscoitos, está sendo muito estudada. A principal preocupação dos pesquisadores consiste na manutenção das características sensoriais e de textura, que são importantes fatores na aceitabilidade desses produtos pelos consumidores.

Vários autores avaliaram as características de textura em biscoitos, sendo os parâmetros de força de fratura e firmeza os mais destacados. McWatters et al. (2003) avaliaram a firmeza de biscoitos desenvolvidos com diferentes concentrações de farinha de trigo, fonio (*Digitaria exilis*) e cowpea (*Vigna unguiculata*). Singh et al. (2003) determinaram a força de fratura de biscoitos preparados com farinha de milho e farinha de batata de três cultivares. Conforti e Lupano (2004) investigaram a força de fratura de biscoitos contendo diferentes concentrações de mel, suco de limão e de dois concentrados protéicos de soro. Gallagher, Kenny e Arendt (2005) determinaram a firmeza de biscoitos contendo diferentes proporções de concentrado protéico de soro e carbonato de sódio. Giami, Achinewhu e Ibaakee (2005) avaliaram a firmeza de biscoitos suplementados com farinha de semente de abóbora. Lee e Brennan (2005) estudaram a influência de isolado protéico de soja em *cookies* fritos quanto aos parâmetros de firmeza e fraturabilidade. Marcílio et al. (2005) avaliaram a força de ruptura e força de compressão de biscoitos sem glúten contendo farinha de amaranto. Tyagi et al. (2007) analisaram biscoitos contendo diferentes proporções de farinha de mostarda desengordurada em relação à firmeza, resistência à quebra e resistência ao corte.

1.10 Colorimetria

O aspecto e a cor da superfície dos alimentos são os primeiros parâmetros de qualidade observados pelos consumidores, e por consequência, são características muito importantes para a aceitabilidade de um produto, antes mesmo de sua degustação. A cor da superfície é a primeira sensação que o consumidor percebe e utiliza como ferramenta para a aceitação ou rejeição de um alimento. A observação da cor permite, então, a detecção de anomalias ou defeitos presentes em determinado produto (LEÓN et al, 2006).

A determinação de cor pode ser realizada através da inspeção visual humana ou pela utilização de um instrumento de medida de cor, denominado colorímetro. A inspeção visual realizada por humanos consiste em uma prática mais rústica e subjetiva, que implica elevada variação nos resultados por conta da presença de alterações na iluminação, além das variações extremas entre um observador e outro. Por outro lado, a análise instrumental de cor é um método objetivo, no qual padrões de cor são utilizados como referência, facilitando a comparação entre as amostras. Devido a essas características é recomendável a determinação de cor através da utilização de um instrumento de medida (LEÓN et al, 2006).

Colorímetros, tais como Minolta Chroma Meter, Hunter Lab e Dr. Lange são alguns dos instrumentos mais utilizados para a determinação de cor, entretanto, estes apresentam uma desvantagem, já que a superfície a ser medida deve ser uniforme e pequena, dificultando a análise global da superfície dos alimentos (MENDOZA; AGUILERA, 2004).

A cor de superfície e valores numéricos são utilizados para criar, representar e visualizar cores em um espaço bidimensional ou tridimensional (TRUSELL; SABER; VRHEL, 2005 apud LEÓN et al., 2006). Usualmente, a cor de alimentos tem sido medida através do sistema $L^* a^* b^*$ ou CIELab, considerado padrão internacional para medidas de cor e adaptado pela *Comission Internationale d'Eclairage* (CIE) em 1976 (LEÓN et al, 2006).

O sistema CIELab é uma aproximação matemática simplificada para um espaço de cor uniforme composto pelas diferenças de coloração percebidas (Figura 7). O parâmetro L^* representa a luminosidade (0 a 100) (HILL; ROGER; VORHAGEN, 1997), caracterizando a variação de cor do preto ao branco ou do escuro ao claro. O parâmetro a^* representa a variação de cor do vermelho ao verde no eixo positivo e negativo, respectivamente. O parâmetro b^* representa a variação de cor de amarelo (eixo positivo) a azul (eixo negativo) (DUANGMAL; SAICHEUA; SUEEPRASAN, 2008).

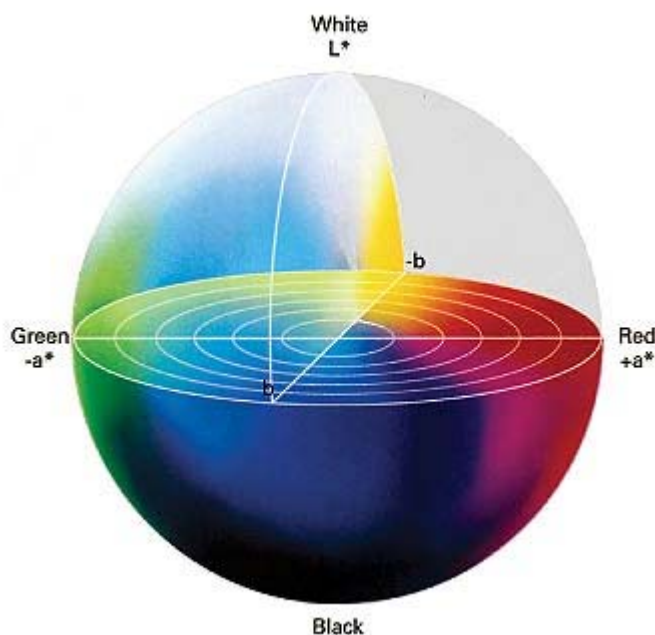


Figura 7 – Representação dos parâmetros de cor de acordo com o sistema CIELab (WILLIAMS, 2002).

Outros parâmetros bastante utilizados para a determinação da cor de produtos alimentícios são o croma e o ângulo hue. O croma representa a intensidade da cor, calculado através da fórmula $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, caracterizando a distância de uma cor de sua origem ($a^* = b^* = 0$) no plano a^* , b^* . O ângulo hue é expresso em graus de 0° a 360° , no qual 0° corresponde ao vermelho, localizado no eixo $+a^*$. A rotação em sentido anti-horário para 90° corresponde à cor amarela (eixo $+b^*$); 180° (verde) no eixo $-a^*$, 270° (azul) no eixo $-b^*$ e retornando ao 360° representa coloração semelhante ao ângulo 0° (DUANGMAL; SAICHEUA; SUEEPRASAN, 2008).

Muitos trabalhos que desenvolveram biscoitos com farinhas alternativas determinam os parâmetros de cor dos produtos, com o objetivo de identificar variações em função da adição de uma nova farinha ou ingrediente. McWatters et al. (2003) avaliaram os parâmetros de cor L^* , a^* , b^* , croma e ângulo hue de biscoitos contendo diferentes proporções de farinha de trigo, farinha de fonio e farinha de *cowpea* (*Vigna sinenses*). As superfícies superior e inferior dos biscoitos apresentaram diferenças de coloração, sendo influenciadas pelas farinhas utilizadas. Os biscoitos contendo 50 % de farinha de *cowpea* e 50 % de farinha de trigo apresentaram o maior valor para L^* , sendo biscoitos mais claros. Biscoitos com maior croma (intensidade da cor) foram produzidos pelas formulações contendo 50 % de farinha de trigo e 50 % de farinha de *cowpea* e 75

% de farinha de fonio e 25 % de farinha de *cowpea*. Todas as formulações apresentaram ângulo hue próximo à 90°, indicando que a coloração dos biscoitos aproximou-se à tonalidade amarela.

Biscoitos contendo diferentes proporções de concentrado protéico de soro e mel foram avaliados quanto aos parâmetros L^* , a^* e b^* . A presença de mel nas formulações aumentou o valor de a^* e b^* e reduziu o valor de L^* em relação ao biscoito controle, indicando biscoitos mais vermelhos, amarelos e escuros, respectivamente (CONFORTI; LUPANO, 2004).

Lee e Brennand (2005) desenvolveram biscoitos contendo diferentes proporções de isolado protéico de soja e avaliaram os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* na superfície interna e externa do produto. Foram identificadas diferenças significativas nos parâmetros L^* e a^* na superfície externa dos biscoitos. O biscoito contendo 15 % de isolado protéico de soja apresentou o menor valor de L^* , apresentando, portanto, coloração mais escura em relação às demais formulações. A formulação contendo 15 % de isolado protéico de soja apresentou maior valor para o parâmetro a^* , indicando coloração mais vermelha. Com o aumento da proporção de isolado protéico de soja houve um aumento nos parâmetros a^* e b^* e redução do parâmetro L^* na superfície interna dos biscoitos (LEE; BRENNAND, 2005).

Gallagher, Kenny e Arendt (2005) avaliaram a influência de concentrado protéico de soro e caseinato de sódio no parâmetro de luminosidade (L^*) de formulações de biscoitos. Todos os biscoitos contendo proteína láctea exibiram o menor valor de L^* quando comparados ao biscoito padrão, devido à reação de Maillard entre proteínas e açúcares redutores.

1.11 Análise sensorial

A análise sensorial é definida como a análise de alimentos ou outros materiais por meio dos sentidos, constituindo-se de uma ciência multidisciplinar, que compreende a medição, interpretação e o entendimento das respostas humanas para determinada propriedade do produto, percebido através dos sentidos da visão, olfação, paladar, tato e audição (ANZALDÚA-MORALES, 1994; PIGGOTT; SIMPSON; WILLIAMS, 1998).

O consumo de qualquer alimento está relacionado às suas características sensoriais, as quais definem sua aceitabilidade pelos consumidores (ORMENESE et al., 2001).

Segundo Meilgaard, Civille e Carr (2007) a avaliação sensorial pode ser definida como a medição e quantificação das características de um produto, ingrediente ou modelo, sendo estes percebidos através dos sentidos humanos.

Normalmente os atributos observados em um produto são na seguinte ordem: aparência, odor/aroma, consistência ou textura e sabor. Deve-se considerar que no processo global de percepção os atributos sobrepõem-se, uma vez que, todas as impressões surgem quase que simultaneamente (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

A análise sensorial é uma importante ferramenta utilizada para o desenvolvimento de novos produtos, reformulação dos produtos já estabelecidos no mercado, estudo de vida de prateleira, determinação das diferenças e similaridades apresentadas entre produtos concorrentes, identificação das preferências dos consumidores por determinado produto, otimização e melhoria da qualidade (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

A análise sensorial utiliza princípios traçados pela ciência dos alimentos, fisiologia, psicologia e estatística, para que tenhamos respostas objetivas às propriedades dos alimentos, percebidas através dos sentidos. Técnicas sensoriais devem satisfazer os requerimentos de todos os métodos mensuráveis, devendo estes serem corretos, precisos e válidos para determinado estudo (PIGGOT; SIMPSON; WILLIAMS, 1998).

Os testes sensoriais, os quais utilizam os órgãos dos sentidos humanos como “instrumentos”, devem ser incluídos como garantia de qualidade por ser uma medida multidimensional integrada, que possui importantes vantagens como, por exemplo, determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores (CARDELLO; CARDELLO, 1998).

Segundo Watts, Ylimaki e Jeffery (1992) não existe nenhum outro instrumento que possa reproduzir ou substituir a resposta humana e, portanto, a avaliação sensorial resulta em fator essencial para qualquer estudo com alimentos.

A seleção de alimentos, segundo Guerrero et al. (2000) é um fenômeno complexo influenciado por diversos fatores, os quais podem ser classificados como aqueles relacionados ao marketing, à psicologia e às características sensoriais do alimento. Alguns estudos têm demonstrado que o sabor é o fator primário envolvendo a

aceitabilidade e intenção de compra de uma variedade de categorias de alimentos (GRUNERT; BECH-LARSEN; BREDAHL, 2000), incluindo alimentos funcionais (VERBEKE, 2006).

O mercado para produtos contendo ingredientes funcionais vem se modificando continuamente e a competição pela conquista do consumidor torna-se cada dia mais intensa (MENRAD, 2003). Fatores como o sabor, qualidade, preço, conveniência e efeitos de alimentos funcionais sobre a saúde são peças chaves na intenção de compra pelo consumidor (GRUNERT; BECH-LARSEN; BREDAHL, 2000; JAEGER, 2006; URALA; LÄHTEENMÄKI, 2007).

Para realização de análise sensorial, empregam-se diferentes métodos de avaliação, visando determinar o perfil sensorial, a aceitação e preferências acerca de um produto específico. Os métodos sensoriais podem ser divididos em três grupos: métodos discriminativos (comparação pareada, teste triangular, duo-trio, teste de ordenação, comparação múltipla); métodos descritivos de resposta objetiva (perfil de sabor, perfil de textura, análise descritiva quantitativa - ADQ) (ABNT, 1994; PIGGOT; SIMPSON; WILLIAMS, 1998) e os métodos afetivos, compreendendo menor número de testes: preferência e aceitabilidade (ABNT, 1994).

Os métodos discriminativos caracterizam-se por estabelecer se existem diferenças entre duas ou mais amostras e, em alguns casos, a magnitude dessa diferença; os métodos descritivos descrevem qualitativa e quantitativamente as amostras. Já os métodos afetivos, ou testes com consumidores, são utilizados para mensurar quanto uma determinada população alvo gosta ou não de um produto, determinando preferência ou aceitabilidade (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

O teste de preferência é definido como: (a) uma expressão do máximo grau de gostar de determinado produto; (b) escolha de um objeto em relação a outros e (c) uma série de fatores psicológicos de afetividade, sobre os quais tais escolhas ou preferência são baseadas (AMERINE et al., 1965 apud RESSURRECCION, 1998). Segundo o *Institute of Food Technology/Sensory Evaluation Division* (1981) o teste de preferência baseia-se na medida de preferência do julgador ou medidas pelas quais se determina a preferência relativa.

O teste de preferência é normalmente aplicado em comparações diretas entre um produto e outro, com a finalidade de aperfeiçoamento ou com produtos competitivos, forçando uma escolha de um dos itens sobre outro ou outros produtos avaliados (RESSURRECCION, 1998; MEILGAARD; CIVILE; CARR, 2007).

Três ou mais amostras codificadas são apresentadas simultaneamente em quantidade suficiente para que o julgador possa avaliar o produto. O número de amostras testadas é dependente do período de atenção e memória dos julgadores, assim como as considerações fisiológicas. Para julgadores não treinados, não mais que quatro a seis amostras devem ser incluídas no teste de ordenação preferência (RESSURRECCION, 1998).

A ordenação é uma extensão do teste de preferência pareado. Muitas das vantagens do teste de preferência pareado são aplicadas à ordenação, dentre elas, a simplicidade de instruções aos participantes, quantidade mínima de esforços para conduzi-lo, simples manejo dos dados e hipótese mínima sobre os níveis de medida, já que os dados são tratados como ordinais (LAWLESS; HEYMANN, 1997 apud RESSURRECCION, 1998).

O teste de aceitabilidade é um método afetivo bastante empregado para verificar a aceitação ou rejeição de um produto pelos consumidores (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007). Segundo Stone e Sidel (1985) para determinar a probabilidade de aceitação de um produto recomenda-se no mínimo 50 julgadores.

Para o teste de aceitabilidade são utilizadas escalas categorizadas, que podem apresentar diferentes números de categorias, sendo a mais utilizada a escala hedônica de nove pontos, ancorada nos extremos pelas expressões “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007). Segundo Bergara-Almeida e Silva (2002) a escala hedônica deve ser estruturada nas expressões “gostei levemente”, “moderadamente”, “muitíssimo” ou “extremamente”, sendo de fácil utilização pelos consumidores. Assim, alguns autores utilizam a escala hedônica de 5 pontos com o objetivo de facilitar o entendimento do teste sensorial por um grupo heterogêneo de consumidores (AKUBOR; BADIFU, 2004; MCCARTHY et al., 2005).

O teste de aceitabilidade tem sido amplamente utilizado em estudos de desenvolvimento de produtos sem glúten, entretanto, poucos são aplicados com portadores da doença celíaca. Essa situação compromete, na grande maioria, os resultados da análise sensorial, visto que o público-alvo desse tipo de produto apresenta hábitos alimentares diferenciados dos indivíduos que não apresentam intolerância ao glúten. Dentre esses poucos trabalhos envolvendo análise sensorial com celíacos, Ferreira, Luparelli e Quadros (2006) e Ormenese et al. (2001) avaliaram a aceitabilidade de biscoito preparado com farinha de sorgo e macarrão, respectivamente, produzidos com farinha de arroz a partir do processo convencional.

A maioria dos estudos sensoriais realizados com consumidores celíacos baseia-se em testes de aceitabilidade global (ORMENESE et al., 2001; FERREIRA; LUPARELLI; QUADROS, 2006). A crescente demanda por novos produtos sem glúten decorrente do aumento da incidência da doença celíaca e, também, da baixa oferta de produtos sem glúten de boa qualidade, consiste em uma realidade pouco explorada por estudos científicos em todo o mundo.

As características inerentes aos alimentos, como aparência, aroma, textura e sabor estão diretamente envolvidas com nossos sentidos, que proporcionam a qualidade sensorial de um alimento, mas a percepção global dessas qualidades depende do contexto mental, representado por interações entre esses sinais sensoriais e sentimentos, memória, associações e imagens (LYMAN, 1989 apud KIHLEBERG; RISVIK, 2007). Para tanto, é de extrema importância o conhecimento de outras características que possam influenciar a escolha ou a aceitabilidade de um produto, e não somente o quanto o julgador preferiu ou gostou de um determinado alimento. Sendo assim, características socioeconômicas e de estilo de vida do consumidor, tais como hábitos alimentares, renda familiar, grau de escolaridade, entre outros, podem contribuir muito para avaliação sensorial de um determinado produto.

Referências Bibliográficas

ABDUL-HAMID, A.; LUAN, Y.S. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. **Food Chemistry**, v. 68, p.15-19, 2000.

ACELBRA - ASSOCIAÇÃO DOS CELÍACOS DO BRASIL. **Dados estatísticos**. Disponível em: <http://www.acelbra.org.br/2004/estatisticas.php> Acessado dia: 13 de dezembro de 2006.

ADOM, K.K.; LIU, R.H. Antioxidant activity of grains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, 6182 – 6187, 2002.

AGUILERA, J.M. Microstructure and food product engineering. **Food Technology**, v. 54, p.5665, 2000.

AKUBOR, P.I.; BADIFU, G.I.O. Chemical composition, functional properties and baking potential of African breadfruit kernel and wheat flour blends. **International Journal of Food Science and Technology**, v.39, p.223-229, 2004.

AMANTE, E. R. **Proposições Metodológicas para a Minimização e Valorização de Resíduos de Fecularias e das Industrias Processadoras de Aves e Pescados do Estado de Santa Catarina**. 1997. 178f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis.

AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. The Definition of Dietary Fiber. **Cereal Foods World**, v.46, n.3, p.112-126, 2001.

ANDERSON, J.W. Whole grains protect against atherosclerotic cardiovascular disease. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.62, p.135-142, 2003.

ANDERSSON, A.A.M.; ANDERSSON, R.; AUTIO, K.; MAN, P.A. Chemical Composition and Microstructure of Two Naked Waxy Barleys. **Journal of Cereal Science**, v. 30, p.183–191, 1999.

ANTON, A.A.; ROSS, K.A.; BETA, T.; FULCHER, R.G.; ARNTFIELD, S.D. Effect of pre-dehulling treatments on some nutritional and physical properties of navy and pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v. 41, p.771 – 778, 2008.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos em la teoria y la práctica**. Zaragoza: Acribia, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Teste de ordenação em análise sensorial**: NBR 13170, Rio de Janeiro, 1994. 76 p.

ASP, N. G. Dietary carbohydrates: classification by chemistry and physiology. **Food Chemistry**, v.57, p.9–14, 1996.

BEAL, B.H. **Atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos do gengibre (*Zingiber officinale* ROSCOE)**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

BERBARI, S.A.G.; BOVI, M.L.A.; VICENTE, E.; OLIVEIRA, L.A.T.T. Avaliação da qualidade do palmito da palmeira real australiana para industrialização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, 2003. Recife. **Anais...**, Brasília, 2003. 1 CD-ROM.

BERGARA-ALMEIDA, S.; SILVA, M.A.A.P. Hedonic scale with reference: performance in obtaining predictive models. **Food Quality and Preference**, v.13, p.57–64, 2002.

BILGIÇLI, N.; IBANOGLU, S.; HERKEN, E.N. Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.80-89, 2007.

BINHGHAM, S.A. DAY, N.E.; LUBEN, R.; FERRARI, P.; SLIMANI, N.; NORAT, T.; CLAVEL-CHAPELON, F.; KESSE, E.; NIETERS, A.; BOEING, H.; TJONNELAND, A.; OVERVAD, K.; MARTINEZ, C.; DORRONSORO, M.; GONZALEZ, C.A.; KEY, T.J.; TRICHOPOULOU, A.; NASKA, A.; VINEIS, P.; TUMINO, R.; KROGH, V.; BAS BUENO-DE-MESQUITA, H.; PEETERS, P.H.M.; BERGLUND, G.; HALLMANS, G.; LUND, E.; SKEIE, G.; KAAKS, R.; RIBOLI, E. Dietary fibre in food and protection against colorectal cancer in the European Prospective Investigation into cancer and nutrition (EPIC): an observational study. **The Lancet**, v.361, p.1496-1501, 2003.

BORDERÍAS, A.J.; SANCHEZ-ALONSO, I.; PÉREZ-MATEOS, M. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. **Trends in Food Science and Technology**, v.16, p.458-465, 2005.

BORS, W.; SARAN, M. Radical scavenging by flavonoid antioxidants. **Free Radical Research Communications**, v.2, p.289 – 94, 1987.

BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, V.D. Caracterização de fibras alimentares da casca cilindro central do abacaxi “Smooth cayenne”. **Ciência Agrotecnologia**, v.26, n.2, p.362-367, mar./abr., 2002.

BOURNE, M.C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2nd ed. New York: Academic Press, 2002.

BOVI, M.L.A. **Palmito pupunha: informações básicas para o cultivo**. Campinas. Instituto Agrônomo, 10p., 1994.

BOVI, M.L.A. Expansão do cultivo da pupunheira para palmito no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.15, p. 183-185, 1997.

BOVI, M.L.A. **Cultivo da palmeira real australiana visando à produção de palmito**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998.

BOVI, M.L.A.; SÁES, L.A.; UZZO, R.P.; SPIERING, S.H. Adequate timing for heart-of-palm harvesting in King palm. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.135-139, 2001.

BRADLEY, D.G.; MIN, D.B. Singlet oxygen oxidation of foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 31, p. 211 – 236, 1992.

BRASIL, Resolução Normativa nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial de República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de dez. 2003. Disponível em: www.anvisa.gov.br Acesso em: 03 julho de 2006.

BUENO, R.O.G. **Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera**. 2005. 118f. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. UFPR, Curitiba.

CAPERUTO, L.C.; AMAYA-FARFAN, J., CAMARGO, C.R.O. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, p. 95-101, 2001.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 211-217, 1998.

CAVALCANTI, M. L. F. Fibras alimentares. **Nutrição PUCCAMP**; p. 88-97, 1999.

CHAIMSOHN, F.P. **Introdução ao cultivo da palmeira-real australiana no Paraná**. In: Curso sobre cultivo, processamento e comercialização de palmito de pupunha. Circular do Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, 2001, n.117, 150 p.

CHAU, C.-F.; CHEN, C.-H.; LEE, M.-H. Comparison of the characteristics, functional properties, and in vitro hypoglycemic effects of various carrot insoluble fibre-rich fractions. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.37, p.155-160, 2004.

CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. Characterization of passion fruit seed fibres – a potential fibre source. **Food Chemistry**, v. 85, p. 189-194, 2004.

CHI-FAI, CH.; YA-LING, H.; MAO-HSIANG, L. In vitro hypoglycaemic effects of different insoluble fiber-rich fractions prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p. 6623-6626, 2003.

CHO, S.S.; CLARK, C.; SAUCEDO, S.U. Gastrintestinal other physiological effects of wheat bran. **Cereal Foods World**, v.49, n.3, p. 140-144, 2004.

CLEMENTE, C. R. **Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth Palmae)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 48p.

CONFORTI, P.A.; LUPANO, C.E. Functional properties of biscuits with whey protein concentrate and honey. **International Journal of Food Science and Technology**, v.39, p.745 – 753, 2004.

CONTE, R. **Estrutura genética de populações de *Euterpe edulis* Mart. submetidas à ação antrópica utilizando marcadores alozímicos e microssatélites**. 2004. 108f. Tese (Doutorado Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. USP, Piracicaba.

CUMMINGS, J. H. What is dietary fibre. **Trends in Food Science and Technology**, v. 2, p.99–103, 1991.

CUMMINGS, J.H.; EDMOND, L.M.; MAGEE, E.A. Dietary carbohydrates and healthy: do we still need the fibre concept? **Clinical Nutrition Supplements**, v.1, p.5-7, 2004.

DAVIDSON, M. H.; MCDDONALD, A. Fibre: Forms and functions. **Nutrition Research**, v.18, p.617–624, 1998.

DAVIES, K.J.A. Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal, repair, and replacement systems. **IUBMB Life**, v.50, p.279-289, 2000.

DE FRANCISCO, A. Combined fluorescence and scanning electron microscopy: A technique for interchange able examination of one specimen with two microscopes. In: MUNCK, L. **Fluorescence analysis in foods**. New York: Longman Scintific and Technical, p.125-130, 1989.

DEWAR, D.H.; CICLITIRA, P.J. Clinical features and diagnosis of celiac disease. **Gastroenterology**, v.128, P.19–24, 2005.

DRI - DIETARY REFERENCE INTAKES (2001). Dietary Reference Intakes: Recommended Intakes for Individuals. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/etext/000105.html> Acesso em: 09 de novembro de 2006.

DISLICH, R.; KISSER, N.; PIVELLO, V.R. A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.1, p.55-64, mar. 2002.

DUANGMAL, K.; SAICHEUA, B.; SUEEPRASAN, S. Colour evaluation of freeze-fried roselle extract as a natural food colorant in a model system of a drink. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v.41, p. 1437 – 1445, 2008.

DUTHIE, S.J.; MA, A.; ROSS, M.A.; COLLINS, A.R. Antioxidant supplementation decreases oxidative DNA damage in human lymphocytes. **Cancer Research**, v.56, p.1291 – 1295, 1996.

ENGLYST, H. N.; HUDSON, G. J. The classification and measurement of dietary carbohydrates. **Food Chemistry**, v.57, p.15–21, 1996.

ESPOSITO, F.; ARLOTTI, G.; BONIFATI, A.M.; NAPOLITANO, A.; VITALE, D.; FOGLIANO, V. Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. **Food Research International**, v.38, p.1167-1173, 2005.

FASANO, A.; CATASSI, C. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. **Gastroenterology**, v.120, p.636 - 651, 2001.

FEMENIA, A.; LEFEBVRE, A.C.; THEBAUDIN, J.Y.; ROBERTSON, J. A.; BOURGEOIS, C. M. Physical and sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fiber. **Journal of Food Science**, v.62, p.635–639, 1997.

FERREIRA, A.L.A.; MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.43, n.1, p.61-68, 1997.

FERREIRA, M.R.; LUPARELLI, P.C.; QUADROS, D.A. Desenvolvimento de cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20, 2006. Curitiba **Anais...** Curitiba, 2006. 1 CD-ROM.

FILISSETTI-COZZI, T. M. C. C.; LAJOLO, F. M. Fibra alimentar insolúvel, solúvel e total em alimentos brasileiros. **Revista de Farmácia e Bioquímica**, v. 27, n. 1, p. 83-99, 1991.

FINKEL, Oxidants, oxidative stress and the biology of aging. **Nature (London)**, v.408, p.239 – 248, 2000.

FLANDER, L.; SALMENKALLIO-MARTTILA, M.; SUORTTI, T.; AUTIO, K. Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v.40, p.860-870, 2007.

FONTANA, J.D. (2006). **Doença celíaca: implicações e terapia**. Disponível em: http://www.riosemgluten.com/jose_domingos.htm>. Acesso dia: 13 dez. 2006.

FORLIN, D.; GONZALEZ, S.L.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J. Avaliação sensorial de biscoitos sem glúten armazenados em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 20, 2006. Curitiba **Anais...** Curitiba, 2006. 1 CD-ROM.

FULCHER, R.G.; IRVING, D.W.; DE FRANCISCO, A. Fluorescence microscopy: applications in food analysis. In: MUCK, L. **Fluorescence analysis in foods**. New York: Longman Scientific and Technical, cap.9, p.59-106, 1989.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, p.143-152, 2004.

GALLAGHER, E.; KENNY, S.; ARENDT, E.K. Impact of dairy protein powders on biscuit quality. **European Food Research and Technology**, v.221, p.237 – 243, 2005.

GANDOLFI, L.; PRATESI, R.; CORDOBA, J.C.M.; TAUIL, P.L.; GASPARIN, M.; CATARSI, C. Prevalence of celiac disease among blood donors in Brazil. **The American Journal of Gastroenterology**, v.95, p.689-692, 2000.

GANGADHARAPPA, G.H.; RAMAKRISHNA, R.; PRACHASANKAR, P. Chemical and scanning electron microscopic studies of wheat whole-meal and its streams from roller flour mill. **Journal of Food Engineering**, v.85, p.366 – 371, 2008.

GARCIA-PALMERI, M.R.; SORLIE, P.; TILLOTSON, J.; COSTAS, R.; CORDERO, E.; RODRIGUEZ, M. Relationship of dietary intake to subsequent coronary heart disease incidence: The Puerto Rico Heart Health Program. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.33, p.1818-1827, ago. 1980.

GÉLINAS, P.; MCKINNON, C.M.; MENA, M.C.; MÉNDEZ, E. Gluten contamination of cereal foods in Canada. **International Journal of Food Science and Technology**, 2007. doi: 10.1111/j.1365-2621.2007.01599.x.

GIAMI, S.Y.; ACHINEWHU, S.C.; IBAAKEE, C. The quality and sensory attributes of cookies supplemented with pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) seed flour. **International Journal of Food Science and Technology**, v.40, p. 613 – 620, 2005.

GÜEMES-VERA, N.; ESPERZA, O.A-R.; DÁVILA-ORTIZ, G. Structural analysis of the *Lupinus mutabilis* seed, its flour, concentrate, and isolate as well as their behavior when mixed with wheat flour. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v.37, p.283 – 290, 2004.

GUERRERO, L.; COLOMER, Y.; GUÀRDIA, M.D.; XICOLA, J.; CLOTET, R. Consumer attitude towards store brands. **Food Quality and Preference**, v.11, p.387-395, 2000.

GUIBAULT, G.G. Principles of fluorescence spectroscopy in the assay of food products. In: MUNCK, L; DE FRANCISCO, A. **Fluorescence analysis in food**. 1ª ed. New York: Longman Scientific & Technical, p. 33-57, 1989.

GRAÇANO, D.; AZEVEDO, A.A.; PRADO, J. Anatomia foliar das espécies de *Pteridaceae* do Parque Estadual do Rio Doce (PERD) – MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.3, p.333 – 347, 2001.

GRIGELMO-MIGUEL, N.; GORINSTEIN, S.; MARTIN-BELLOSO, O. Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. **Food Chemistry**, v.65, p.175–181, 1999.

GRIZOTTO, R.K.; MENEZES, T.J.B. Efeito de enzimas de maceração na textura do palmito (*Euterpe edulis* Mart). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.3, set./dez., 1997.

GRUNERT, K.G.; BECH-LARSEN, T.; BREDAHL, L. Three issues in consumer quality perception and acceptance of dairy products. **International Dairy Journal**, v. 10, p. 575-584, 2000.

HAGEN, S.F.; SOLHAUG, K.A.; BENGTSSON, G.B.; BORGE, G.I.A.; BILGER, W. Chlorophyll fluorescence as a tool for non-destructive estimation of anthocyanins and total flavonoids in apples. **Postharvest Biology and Technology**, v. 41, p.156-163, 2006.

HAGERMAN, A.E.; RIEDL, K.M.; JONES, G.A.; SOVIK, K.N.; RITCHARD, N.T.; HARTZFELD, P.W.; RIECHEL, T.L. High molecular weight plant phenolics (tannins) as biological antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.1887 – 1892, 1998.

HATHERILL, J.R.; TILL, G.O.; WARD, P.A. Mechanisms of oxidant-induced changes in erythrocytes. **Agents-Actions**, v. 32, p.351-358, 1991.

HALLIWELL, B. Reactive oxygen species and the central nervous system. **Journal of Neurochemistry**, v.59, p.1609-1623, 1992.

HALLIWELL, B.; AESCHBACH, R.; LÖLIGER, J.; ARUOMA, O.I. The characterization of antioxidants. **Food Chemistry and Toxicology**, v.33, n.7, p.601-617, 1995.

HEALTH, M.C. Advances in imaging the cell biology of plant-microbe interaction. **Annual Review Phytopathology**, v.38, p.443-459, 2000.

HERRERO, A.M.; ORDÓÑEZ, J.A.; AVILA, R.; HERRANZ, B.; DE LA HOZ, L.; CAMBERO, M.I. Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. **Meat Science**, v.77, p.331-338, 2007.

HILL, B.; ROGER, T.H.; VORHAGEN, F.W. Comparative analysis of the quantization of color spaces on the basis of the CIELAB color-difference formula. **ACM Transactions on graphics**, v.16, n.2, p.109 – 154, 1997.

IBANOĞLU, Ş.; AINSWORTH, P.; ÖZER, E.A.; PLUNKETT, A. Physical and sensory evaluation of a nutritionally balanced gluten-free extruded snack. **Journal of Food Engineering**, v.75, p.469 – 472, 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (2006). Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=1052. Acesso em: 18 de fevereiro de 2008a.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal (PAM). Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2008b.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGY/SENSORY EVALUATION DIVISION (IFT/SED). Sensory evaluation guideline for testing food and beverage products. **Food Technology**, v.35, n.11, p.50-59, 1981.

ISRAEL, C. M. **Utilização do Resíduo do Processamento do Palmito para a Produção de Enzimas Hidrolíticas por Fungos do Gênero *Polyporus***. 2005. 136f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Regional de Blumenau, Blumenau – SC.

JAEGGER, S.R. Non-sensory factors in sensory science research. **Food Quality and Preference**, v.17, p. 132–144, 2006.

KÄHKÖNEN, M.P.; HOPIA, A.I.; VUORELA, H.J.; RAUHA, J.-P.; PIHLAJA, K.; KUJALA, T.S.; HEINONEN, M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p. 3954–3962, 1999.

KALÁB, M.; ALLAN-WOJTAS, P. ; MILLER, S.S. Microscopy and other imaging techniques in food structure analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, 1995.

KAMATH, V.G.; CHANDRASHEKAR, A.; RAJINI, P.S. Antiradical properties of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) flour extracts. **Journal of Cereal Science**, v.40, p. 283–288, 2004.

KANERVA, P.M.; SONTAG-STROHM, T.S.; RYÖPPY, P.H.; ALHO LEHTO, P.; SALOVAARA, H.O. Analysis of barley contamination in oats using R5 and o-gliadin antibodies. **Journal of Cereal Science**, v. 44, p.347–352, 2006.

KANNER, J. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. **Meat Science**, v. 36, p. 169 – 189, 1994.

KATALINIC, V.; MILOS, M.; KULISIC, T.; JUKIE, M. Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. **Food Chemistry**, v.94, p.550 – 557, 2006.

KASARDA, D.D.; OVÍDIO, R.D. Amino acid sequence of an alpha-gliadin gene from spelt wheat (*Spelta*) includes sequences active in celiac disease. **Cereal Chemistry**, v.76, p.548–551, 1999.

KIHLBERG, I.; RISVIK, E. Consumers of organic foods – value segments and liking of bread. **Food Quality and Preference**, v. 18, p.471 – 481, 2007.

KINSELLA, J.E.; FRANKEL, E.; GERMAN, B.; KANNER, J. Possible mechanisms for the protective role of antioxidants in wine and plant foods. **Food Technology**, p.85–89, 1993.

KISKINI, A.; ARGIRI, K.; KALOGEROPOULOS, M.; KOMAITIS, M.; KOSTAROPOULOS, A.; MANDALA, I.; KAPSOKEFALOU, M. Sensory characteristics and iron dialyzability of gluten-free bread fortified with iron. **Food Chemistry**, v.102, p.309 – 316, 2007.

LAMBO, A.M.; ÖSTE, R.; NYMAN, M.E. Dietary fibre in fermented oat and barley β glucan rich concentrates. **Food Chemistry**, v.89, p.283–293, 2005.

LARRAURI, J.A. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. **Trends in Food Science & Technology**, v.10, p.3-8, 1999.

LAZARIDOU, A.; DUTA, D.; PAPAGEORGIOU, M.; BELC, N.; BILIADERI, C.G. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. **Journal of Food Engineering**, v.79, p.1033-1047, 2007.

LEE, K.-A.; BRENNAND, C.P. Physico-chemical, textural and sensory properties of a fried cookie system containing soy protein isolate. **International Journal of Food Science and Technology**, v.40, p.501 – 508, 2005.

LEÓN, K.; MARY, D.; PEDRESCHI, F.; LEÓN, J. Color measurement in $L^* a^* b^*$ units from RGB digital images. **Food Research International**, v.39, p.1084 – 1091, 2006.

LOPÉZ, A.C.B.; PEREIRA, A.J.G.; JUNQUEIRA, R.G. Flour Mixture of Rice Flour, Corn and Cassava Starch in the Production of Gluten-Free White Bread. **Brazilian archives of Biology and Technology**, v.47, n. 1, p.63-70, 2004.

LORENZI, H. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa: Plantarum, p.156, 1996.

MCWATTERS, K.H.; OUEDRAOGO, J.B.; RESURRECCION, V.A.; HUNG, Y.-C.; PHILLIPS, R.D. Physical and sensory characteristics of sugar cookies containing mixtures of wheat, fonio (*Digitaria exilis*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) flours. **International Journal of Food Science and Technology**, v.38, p.403 – 410, 2003.

MÄKI, M.; COLLIN, P. Coeliac disease. **Lancet**, v.349, p.1755–1759, 1997.

MÄLKKE, Y. Physical properties of dietary fiber as keys to physiological functions. **Cereal Foods World**, v.46, n.5, p.196-199, 2001.

MANOHAR, R.S.; RAO, P.H. Effect of mixing method on the rheological characteristics of biscuit dough and the quality of biscuits. **European Food Research and Technology**, v. 210, p.43 – 48, 1999.

MARCÍLIO, R.; AMAYA-FARFAN, J.; SILVA, M.A.A.P.; SPEHAR, C.R. Avaliação da farinha de amaranto na elaboração de biscoito sem glúten do tipo *cookie*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n.2, p.175 – 181, abr/jun 2005.

MARIN, F.R.; SOLER-RIVAS, C.; BENAVENTE-GARCIA, O.; CASTILLO, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A. By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibres. **Food Chemistry**, v.100, p.736-741, 2007.

MARTINS, M.B.G. Estudos de microscopia óptica e de microscopia eletrônica de varredura em folhas de *Mentha spicata* e de *Mentha spicata* X *suaveolens* (Lamiaceae). **Bragantia**, v. 61, n.3, p.205 – 218, 2002.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; NAKAGAWA, J. Desiccation effects on germination and vigor of King palm seeds. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 88–92, mar. 2003.

McCARTHY, D.F.; GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; SCHOBBER, T.J.; ARENDT, E.K. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. **Cereal Chemistry**, v.82, n.5, p.609-615, 2005.

MEHTA, R.S. Dietary fiber benefits. **Cereal Foods World**, v. 50, n.2, p.66-71, 2005.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4th ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2007.

MELO, S.B.C. **Prevalência de doença celíaca em doadores de sangue em Ribeirão Preto**. 2003. Dissertação (Mestrado em Medicina). Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. USP, Ribeirão preto, SP.

MELO, S.B.C; FERNANDES, M.I.M; PERES, L.C.; TRONCON, L.E.A.; GALVÃO, L.C. Prevalence and demographic characteristics of celiac disease among blood donors in Ribeirão Preto, State of São Paulo, Brazil. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 51, n.5, p.1020 – 1025, 2006.

MENDOZA, F.; AGUILERA, J.M. Application of image analysis for classification of ripening bananas. **Journal of Food Science**, v.69, p. 471 – 477, 2004.

MENRAD, K. Market and marketing of functional food in Europe. **Journal of Food Engineering**, v.56, p.181–188, 2003.

MONTEIRO, M.A.M.; STRINGHETA, P.C.; COELHO, D.T.; MONTEIRO, J.B.R. Estudo sensorial de sopa-creme formulada à base de palmito. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n.1, p. 5-9, jan/abr, 2001.

MONTEIRO, M.A.M.; STRINGHETA, P.C.; COELHO, D.T.; MONTEIRO, J.B.R. Estudo químico de alimentos formulados à base de palmito *Bactris gasipaes* H.B.K. (Pupunha) desidratado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n. 3, p.211-215, set./dez.2002.

MORSBACH, N.; RODRIGUES, A.S.; CHAIMSOHN, F.P. TREITNY, M.R. **Pupunha para palmito – Cultivo no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1998.

MOURE, A.; CRUZ, J.M.; FRANCO, D.; DOMINGUEZ, M.; SINEIRO, J.; DOMINGUEZ, H.; NUNEZ, M.J.; PARAJO, J.C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, v. 72, p.145-171, 2001.

MUNCK, L. Practical experiences in development of fluorescence analyses in an applied food research laboratory. In: MUNCK, L; DE FRANCISCO, A. **Fluorescence analysis in food**. 1^a ed. New York: Longman Scientific & Technical, p.1-29, 1989.

NAWIRSKA, A.; KWASNIEWSKA, M. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. **Food Chemistry**, v. 91, p.221-225, 2005.

NELSON, A.L. Properties of high-fiber ingredients. **Cereal Foods World**, v.46, n.3, p.93-97, 2001.

NUNES, E.; OLIVEIRA, S.C.; MORAIS, R.N. Radicais livres: conceito, doenças, estresse oxidativo e antioxidantes. **Open Journal Systems**, v.1, n.6, 2006.

OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P.C.N.; RUBACK, V.R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para a produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.3, p.259-262, set./dez., 2002.

OLIVEIRA, A.G.S.; VEGINI, A.A.; TAVARES, L.B.B. Aproveitamento energético em uma unidade de processamento de palmeira real da Austrália. I ENCONTRO NACIONAL DE PRODUTORES DE PALMITO DE PALMEIRA REAL DA AUSTRÁLIA, 1, Itajaí, 2005. **Anais ...**, Itajaí, 1 CD-ROM.

ORMENESE, R.C.S.C. Influência da adição de emulsificantes nas características de cozimento do macarrão de arroz obtido pelo processo convencional de produção de massas alimentícias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.16, 1998. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA.1998. v.2, p.754-757.

ORMENESE, R.C.S.C.; FARIA, E.V.; GOMES, C.R.; YOTSUYANAGI, K. Massas alimentícias não- convencionais à base de arroz – perfil sensorial e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.4, p.67-74, 2001.

ORREGO, C.E. Microestructura y nanoestructura de alimentos. **Revista Colombiana de Física**, v. 34, n.1, p.214-218, 2002.

PALHANO, T.; HIRT, A.A.; PRESTES, A.; KOSCIUV, I.; WEGRZYN, R.; MOREIRA, L.B.G. “Pão” com fibras de gergelim e linhaça, isento de glúten, para consumo por portadores de doença celíaca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20, 2006. Curitiba **Anais...** Curitiba, 2006. 1 CD-ROM.

PANCHEV, I.; KARAGEORGIEV, S. Investigation of some physical characteristics of plant structures which are used as sources of pectic substances. **International Journal of Food Science and Technology**, v.35, p.341-350, 2000.

PARK, Y.W. Rheological characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v.68, p.73 – 87, 2007.

PARKKONEN, T.; HEINONE, R.; AUTIO, K. A new method for determining the area of cell wall in rye doughs based on fluorescence microscopy and computer-assisted image analysis. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v.30, p.743-747, 1997.

PEREIRA, M.C.S. **Produção e consumo de produtos florestais**: perspectivas para a região sul com ênfase em Santa Catarina. Florianópolis: BRDE/AGFLO/GEPLA, 2003. 51p.

PEREIRA, G.I.S.; PEREIRA, R.G.F.A.; BARCELOS, M.F.P.; MORAIS, A.R. Avaliação química da folha de cenoura visando o seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciência Agrotecnologia**, v.27, n.4, p.852-857, jul./ago., 2003.

PEREIRA, A.S.; PEREIRA FILHO, R.A. **Doença freqüente, às vezes silenciosa, deve ser pesquisada e tratada**. Disponível em: http://www.riosemgluten.com/atualizaca_%20em_DC_silenciosa.htm Acesso dia: 13 dezembro de 2006.

PETERS, U.; SINHA, R.; CHATTERJEE, N.; SUBAR, A.F.; ZIEGLER, R.G.; KULLDORFF, M.; BRESALIER, R.; WEISSFELD, J.L.; FLOOD, A.; SCHATZKIN, A. HAYES, R.B. Dietary fibre and colorectal adenoma in a colorectal cancer early detection programme. **The lancet**, v.361, p. 1491-1495, 2003.

PIERZYNOWSKA-KORNIK, G. ZADERNOWSKI, R.; FORMAL, J. NESTEROWICZ, J. The microstructure of selected apple varieties. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v.5, n.2, 2002. 11p.

PIGGOTT, J. R.; SIMPSON, S. J.; WILLIAMS, S. A. R. Sensory analysis. **International Journal of food Science and Technology**, v. 33, p. 7-18, 1998.

RAGAEI, S.; ABDEL-AAL, E-S.M.; NOAMAN, M. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. **Food Chemistry**, v.98, p. 32–38, 2006.

RAGHAVENDRA, S.N.; RASTOGI, N.K. RAGHAVARAO, K.S.M.S.; THARANATHAN, R.N. Dietary fiber from coconut residue: effects of different treatments and particle size on the hydration properties. **European Food Research Technology**, v.218, n.6, p.563-567, 2004.

RAMOS, M.G.; SCHALLEMBERGER, T.C.H.; MOLINARI, A.J. **Normas técnicas do cultivo da palmeira-real-da-austrália para produção de palmito**. Santa Catarina: EPAGRI, 1997. 16 p.

RAMOS, M.G.; HECK, T.C. **Cultivo da palmeira-real-da-austrália para produção de palmito**. Florianópolis: EPAGRI, 2003.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v.26, n.9/10, p.1231 – 1237, 1999.

REDDY, N.; YANG, Y. Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications. **Trends in Biotechnology**, v. 23, n.1, p.22-27, 2005.

REITZ, R. P. **Palmeiras**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues Fascículo: PALM Flora Ilustrada Catarinense., 1974. 199p.

RESSURRECCION, A.V.A. **Consumer sensory testing for product development**. USA: An Aspen Publication, 1998.

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M.A. Dietary fiber content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, v. 107, p.656-663, 2008.

RIBEIRO, J. H. SOS. Palmito. **Revista Globo Rural**, v.3 n°-14, Novembro 1996.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; BOLWELL, P.G.; BRAMLEY, P.M.; PRIDHAM, J.B. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. **Free Radical Research**, v. 22, n.4, p.375 – 383, 1995.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends in Plant Science**, v.2, n.4, p. 1360 – 1385, 1997.

RIQUE, A.B.R.; SOARES, E.A.; MEIRELLES, C.M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.8, n.6, 2002.

RODRÍGUEZ, R.; JIMÉNEZ, A.; FERNÁNDEZ-BOLAÑOS, J.; GUILLÉN, R.; HEREDIA, A. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science & Technology**, v.17, p.3-15, 2006.

ROSEN, G.M.; FREEDMAN, B.A. Detection of superoxide generation by endothelial cells. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 81, p.7269 – 7273, 1984.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J.A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v.76, p.270-276, 1998.

SANTOS, F.; BEZERRA, J.L.; TESSMANN, D.J.; POLTRONIERI, L.S.. Ocorrência de *Curvularia senegalensis* em Pupunheira e Palmeira Real no Brasil. **Fitopatologia brasileira**, v. 28, n.2, 2003.

SAURA-CALIXTO, F. In: LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. **Carboidratos en alimentos regionales iberoamericanos**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p.237-253.

SCALZO, R.L. Organic acids influence on DPPH scavenging by ascorbic acid. **Food Chemistry**, v.107, p. 40–43, 2008.

SCHOBER, T.J.; O'BRIEN, C.M.; McCARRTHY, D.; DARNEDDE, A.; ARENDT, E.K. Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits. **European Food Research Technology**, v.216, p.369-376, 2003.

SHAMI, N.J.I.E.; MOREIRA, E.A.M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v.17, n.2, 2004.

SIDHU, J.S.; AL-HOOTI, S.N.; AL-SAQER, J.M. Effect of adding wheat bran and germ fractions on chemical composition of high-fiber toast bread. **Food Chemistry**, v.67, p.365–371, 1999.

SILVA, M.R.; SILVA, M.S.; MARTINS, K.A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.2, p.176-182, maio/ago., 2001.

SINGH, J.; SINGH, N.; SHARMA, T.R.; SAXENA, S.K. Physicochemical, rheological and cookie making properties of corn and potato flours. **Food Chemistry**, v.83, p.387 – 393, 2003.

SOARES JR., M.S.; CALIARI, M.; TORRES, M.C.L.; VERA, R.; TEIXEIRA, J.S.; ALVES, L.C. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.1, 2007.

SOUZA, M. L. **Perfil Industrial**. Rio Branco: Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Acre – SEBRAE/AC, 1992. 78p.

SQUADRITTO, G.L.; PRYOR, W.A. Oxidative chemistry of nitric oxide: The roles of superoxide, peroxynitrite, and carbon dioxide. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 25, p.392-403, 1998.

SREERAMA, Y.N.; SASIKALA, V.B.; PRATAPE, V.M. Nutritional implications and flour functionality of popped/expanded horse gram. **Food Chemistry**, v.108, p.891 – 899, 2008.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. London: Academic Press Inc., 1985.

STORSRUD, S.; YMAN, I.M.; LENNER, R.A. Gluten contamination in oat products and products naturally free from gluten. **European Food Research and Technology**, v.217, n.6, p.481- 485, 2003.

TAVAINI, A.; LA VECCHIA, C. Fruit and vegetable consumption and cancer risk in a mediterranean population. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.61, p.1374-1377, 1995.

THEBAUDIN, J.Y.; LEFEBVRE, A.C.; HARRINGTON, M.; BOURGEOIS, C.M. Dietary fibres: Nutritional and technological interest. **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, p. 41-48, 1997.

TIWARU, A.K. Imbalance in antioxidant defense and human diseases: multiple approach of natural antioxidant therapy. **Current Science**, v.8, p.1179 – 1187, 2001.

THOMPSON, T. Folate, iron and dietary fibre contents of the gluten free diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v.1000, p.1389–1396, 2000.

TOLEDO, M.G.T.; ALQUINI, Y.; NAKASHIMA, T. Aspectos estruturais das folhas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (Lauraceae) em dois ambientes distintos. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v.85, n.3, p.89 – 93, 2004.

- TONEF, R.M.; FERREIRA, L.G.S.; OTOBONI, J.L.M. **A cultura da pupunha**. Campinas: CATI, 1999. 44p.
- TOSI, E.A.; CIAPPINI, M.C.; MASCIARELLI, R. Utilización de la harina integral de amaranto (*Amaranthus Cruentus*) In: La Fabricación de galletas para celíacos. **Alimentaria**, p.49-55, 1996.
- TRINIDAD, T.P.; MALLILLIN, A.C.; VALDEZ, D.H.; LOYOLA, A.S.; ASKALI-MERCADO, F.C.; CASTILLO, J.C.; ENCABO, R.R.; MASA, D.B.; MAGLAYA, A.S.; CHUA, M.T. Dietary fiber from coconut flour: A functional food. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.7, n.4, p.309 – 317, 2006.
- TROWELL, H. Fiber: a natural hypocholesteremic agent. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.25, p.464-465, Maio 1972.
- TSENG, Y-H.; YANG, J-H; MU, J-L. Atioxidant properties of polysaccharides from *Ganoderma tsugae*. **Food Chemistry**, v.107, p.732 – 738, 2008.
- TUNICK, M.H. Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p.1892–1898, 2000.
- TYAGI, S.K.; MANIKANTAN, M.R.; OBEROI, H.S.; KAUR, G. Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. **Journal of Food Engineering**, v.80, p.1043 – 1050, 2007.
- URALA, N.; LÄHTEENMÄKI, L. Consumers – changing attitudes towards functional foods. **Food Quality and Preference**, v.18, p.1-12, 2007.
- UZZO, R.P.; BOVI, M.L.A.; SPIERING, S.H.; SÁES, L.A. Coeficiente de caminhamento entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira real australiana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.136-142, 2004.
- VALLILO, M.I.; CRESTANA, C.S.M.; AUED-PIMENTEL,S.; TAVARES, M.; KUMAGAI, E.; GARBELOTTI, M.L. Composição química das sementes de *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude (Arecaceae). **Revista da Árvore**, v.28, n.5, p.676-679, 2004.
- VAN HEKKEN, D.L.; TUNICK, M.H.; PARK, Y.W. Rheological and proteolytic properties of Monterey Jack goat milk cheese during 6 months aging. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p.5372–5377, 2004.
- VERBEKE, W. Functional foods: Consumer willingness to compromise on taste for health? **Food Quality and Preference**, v. 17, 126–131, 2006.
- VIEIRA, E.L. **Determinação de glúten em cultivares brasileiros de aveia e produtos derivados**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

VIEIRA, M.A. **Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) e desenvolvimento de biscoito fibroso**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

VIEIRA, M.A.; TRAMONTE, K.C.; PODESTÁ, R.; AVANCINI, S.R.P.; AMBONI, R.D.M.C.; AMANTE, E.R. Physicochemical and sensory characteristics of cookies containing residue from king palm (*Archontophoenix alexandrae*) processing. **International Journal of Food Science and Technology**, 2007. doi:10.1111/j.1365-2621.2007.01568.x.

VINARDELL, M.P.; UGARTONDO, V.; MITJANS, M. Potential applications of antioxidant lignin from different sources. **Industrial crops and products**, v.27, p.220 – 223, 2008.

WATTS, B. M.; YLIMAKI, G. L.; JEFFERY, L. E. **Métodos Sensoriales Básicos:** para la evolución de alimentos. Ottawa: International Development Research Centre, 1992.

WILLIAMS, A. Graybalance: a key element in color reproduction. **Newspaper & Technology**, fev. 2002.

WILLE, G.M.F.C.; TEIXEIRA, P.; PENTEADO, P.S.; SEIDL, C.; SCHULZE, E.; BORA, K.; JURGENSEN, I. Desenvolvimento de biscoito sem glúten para celíacos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20, 2006. Curitiba **Anais...** Curitiba, 2006. 1 CD-ROM.

WONG, K-H.; CHEUNG, P.C.K.; WU, J-Z. Biochemical and microstructural characteristics of insoluble and soluble dietary fiber prepared from mushroom sclerotia of *Plerotus tuber-regium*, *Polyporus rhinoceros*, and *Wolfiporia cocos*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.7197 – 7202, 2003.

YANO, K.; RHOADS, G.G.; KAGAN, A.; TILLOTSON, J. Dietary intake and the risk of coronary heart disease in Japanese men living in Hawaii. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.31, p.1270-1279, jul. 1978.

CAPÍTULO 2

**Caracterização físico-química e atividade antioxidante da farinha de
palmeira-real: uma nova fonte potencial de fibra alimentar**

Caracterização físico-química e atividade antioxidante da farinha de palmeira-real: uma nova fonte potencial de fibra alimentar

Physicochemical characterization and antioxidant activity of king palm flour: a new potential source of dietary fiber

Karina N. de Simas ^a, Leila do N.Vieira ^a, Rossana Podestá ^b, Manoela A.Vieira ^a,
Ismael I. Rockenbach ^a, Carmen L.O. Petkowicz ^c, João de Deus Medeiros ^d, Alícia de
Francisco ^a, Edna R. Amante ^a, Renata D.M.C. Amboni ^{a*}.

^a Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias,
Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Admar Gonzaga, 1.346 – 88034-001,
Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

^b Departamento de Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa
Catarina

^c Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal do Paraná

^d Departamento de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química, microestrutura e capacidade antioxidante da “farinha” obtida dos resíduos do processamento da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) orgânica. A farinha de palmeira-real apresentou elevados níveis de fibra alimentar (70,85 %) e cinzas (3,27 %) e baixos teores de proteína (3,51 %) e lipídeo (0,91 %). Os teores de ferro, magnésio, cálcio e potássio foram 7,31, 517,03, 801,33 e 1041,95 mg/100g, respectivamente. A elevada concentração de glicose, xilose e arabinose sugere a presença de alguns polissacarídeos, tais como a celulose e hemiceluloses (arabinoxilanos). Extratos metanólicos e aquosos de farinha de palmeira-real apresentaram 1,27 e 0,95 mg/g (GAE) de polifenóis totais, respectivamente. O extrato metanólico exibiu a melhor atividade antioxidante nos métodos DPPH[•] e ABTS^{•+}. As micrografias de bainha foliar evidenciaram a presença de drusas, que são caracterizadas como depósito de oxalato de cálcio, contribuindo para o teor de cálcio observado na farinha de palmeira-real. A presença de paredes primárias e secundárias lignificadas na bainha foliar pode ser comprovada pelos elevados níveis de fibras alimentares detectados na farinha de palmeira-real.

Palavras-chave: *Archontophoenix alexandrae*, resíduos, farinha de palmeira-real, fibra alimentar, açúcares neutros, atividade antioxidante e microscopia.

Abstract

The objective of the research was to evaluate the chemical composition, microstructure and antioxidant capacity of king palm flour obtained from residues of organic king palm (*Archontophoenix alexandrae*) processing. The king palm flour showed high levels of dietary fiber (70.85%) and total ash (3.27%); low contents of protein (3.51%) and lipid (0.91 %). Iron, magnesium, calcium and potassium contents were 7.31, 517.03, 801.33 and 1041.95 mg/100g, respectively. The high concentration of glucose, xylose and arabinose suggests the presence of some polysaccharides, such as cellulose and hemicelluloses (arabinoxylans). Methanol and aqueous extracts of king palm flour showed 1.27 and 0.95 mg/g (GAE) of total polyphenols, respectively. Methanol extract obtained the best antioxidant activity in the DPPH[•] and ABTS^{•+} methods. The micrographs of leaf sheath evidenced the presence of druses, which are characterized as calcium oxalate deposition, contributing to the king palm flour calcium content. The presence of primary and secondary cell walls lignified in leaf sheath contributed to high levels of dietary fiber detected in king palm flour.

Keywords: *Archontophoenix alexandrae*, residues, king palm flour, dietary fiber, neutral sugars, antioxidant activity, microscopy.

1. Introdução

O coração da palmeira ou palmito pode ser extraído de várias espécies de palmeiras. As palmeiras do gênero *Archontophoenix* têm sido utilizadas para a produção de palmito objetivando a redução do extrativismo de palmeiras nativas, tais como *Euterpe edulis* Mart. (Juçara) e *Euterpe oleraceae* Mart. (Açaí) da Mata Atlântica e Floresta Amazônica (Brasil), respectivamente.

Archontophoenix alexandrae (F. Muell.) H. Wendl. & Drude, comumente conhecida como palmeira-real, palmeira de Alexandra ou palmeira Seafortia, é endêmica nas florestas tropicais do leste da Austrália. Esta produz palmito do tipo nobre, com maior qualidade e sabor superior ao obtido da *Euterpe oleraceae* (Açaí), fornecendo mais de 80 % do palmito comercializado no mercado internacional (BOVI, 1998). Entretanto, quantidades elevadas de resíduos são geradas por esse cultivo, atingindo cerca de 80 a 90 % do peso total da palmeira, com algumas variações dependendo da espécie (RIBEIRO, 1996). Estes resíduos são constituídos, principalmente, por folhas e bainhas foliares. Em estudo prévio, folhas e bainhas foliares foram utilizadas para a produção de farinhas e sua caracterização apresentou resultados interessantes, principalmente, em relação aos teores de fibra alimentar e minerais (VIEIRA, 2006).

Há um elevado número de agroindústrias que geram anualmente quantidade substancial de subprodutos que são freqüentemente descartados no meio ambiente ou utilizados em baixo nível tecnológico e econômico, como para alimentação animal (DINAND; CHANZY; VIGNN, 1999; LAUFENBERG; KUNZ; NYSTROEM, 2003).

Resíduos do processamento de alimentos são fontes promissoras de compostos interessantes, como fibras alimentares, antioxidantes, ácidos graxos essenciais, antimicrobianos e minerais, que podem ser utilizados devido as suas propriedades funcionais, nutricionais e tecnológicas favoráveis (LAUFENBERG; KUNZ; NYSTROEM, 2003).

A incorporação de fibras vegetais, em sua maioria resíduos da agricultura e agroindústria, permite uma valorização desses resíduos e a limitação de danos ambientais (BILBA; ARSENE; OUENSANGA, 2007). A farinha de palmeira-real pode ser uma alternativa para o desenvolvimento de produtos enriquecidos com fibra alimentar, além de contribuir para a valorização de resíduos, que normalmente são utilizados para a alimentação animal ou fertilização do solo. Assim, o objetivo desse

estudo foi avaliar as propriedades químicas, microestrutura e capacidade antioxidante da farinha de palmeira-real obtida dos resíduos do processamento da palmeira-real orgânica. O resultado do presente estudo pretende fornecer dados para a utilização da farinha de palmeira-real no desenvolvimento de novos produtos direcionados à nutrição humana.

2. Material e Métodos

2.1 Material

Os resíduos do processamento da palmeira-real orgânica foram fornecidos pela Empresa Vegetal Brasil, estabelecida no município de Palhoça, SC, Brasil. Os reagentes Folin-Ciocalteu, carbonato de sódio, ácido gálico, trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico), radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH[•]) e 2,2-azino-bis-[3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico] (ABTS^{•+}) foram obtidos da Sigma Chemical Co. (St Louis, MO). Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico.

2.2 Preparação da farinha de palmeira-real

Bainhas foliares (Figura 1) do processamento da palmeira-real orgânica foram lavadas, branqueadas e desidratadas (60 °C, 48 h) em estufa com circulação de ar (FABBE, Modelo 171, São Paulo, Brasil). O material seco foi moído em moinho de martelos (Brameitar) até a granulometria de 42 *mesh* e peneirado (*British Standard Screen*) até uma granulometria de 60 *mesh*. A farinha, denominada de “farinha de palmeira-real”, foi acondicionada a vácuo em sacos de polietileno de alta densidade e estocada em freezer (-18 ± 2 °C) até o momento das análises.

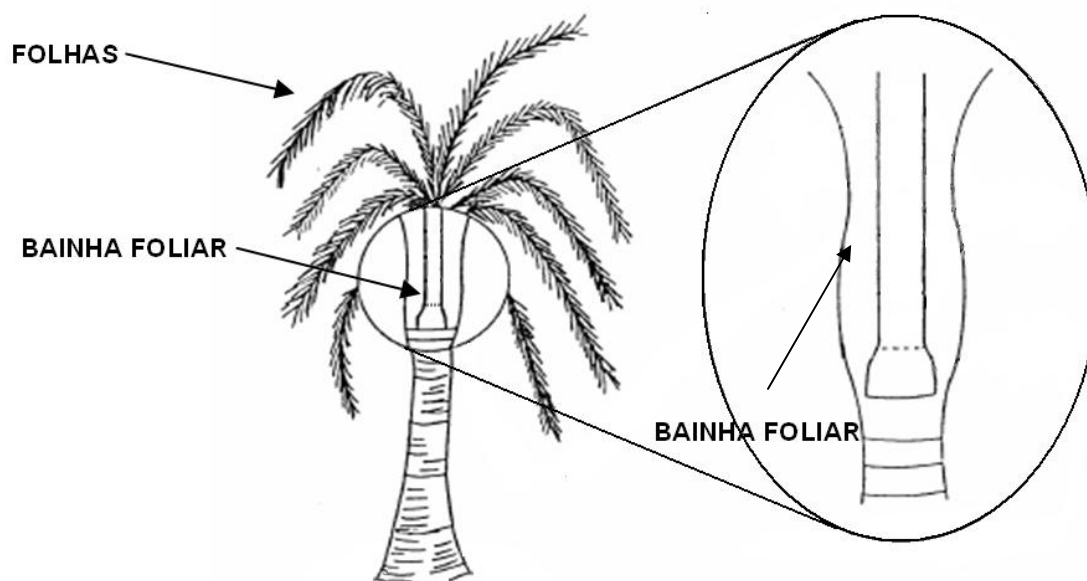


Figura 1 - Representação esquemática dos resíduos de palmeiras: folhas e bainha foliar. Adaptado de Monteiro et al. (2001).

2.3 Composição química

Os teores de umidade, cinzas, lipídeo e proteína ($N \times 6,25$) foram determinados pelos métodos da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) (2005). O conteúdo de fibras solúveis e insolúveis foi determinado pelo método enzimático-gravimétrico da AOAC (2005). Carboidratos totais foram calculados por diferença. Valores de energia (kcal) foram obtidos pela aplicação dos fatores 4, 9 e 4 para cada grama de proteína, lipídeo e carboidrato, respectivamente (WATT; MERRILL, 1999).

As concentrações de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e dos elementos traços, ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica utilizando espectrofotômetro Perkin-Elmer Analyst 300. Óxido de lantânio foi adicionado às soluções ácidas das cinzas e às soluções padrão em proporção final de 1 % (m/v) para evitar possíveis interferências na determinação de Ca e Mg. Potássio (K) foi determinado por fotometria de chama (B262 Micronal) com escala de leitura de 0 a 150 mg/L. Teores de minerais foram determinados de acordo com o método 985.35 descrito pela AOAC (2005). Os minerais foram quantificados a partir de soluções padrão de concentrações conhecidas.

2.4 Determinação de açúcares neutros

Açúcares neutros foram analisados por cromatografia líquido-gasosa (GLC) como acetato de alditol após hidrólise ácida (WOLFROM; THOMPSON, 1963). Os acetatos de alditóis resultantes foram analisados em cromatógrafo gasoso Hewlett Packard modelo HP-5890 S II (FID, injetor à temperatura de 200 °C), equipado com coluna capilar DB-210 (30 m x 0,25 mm I.D., espessura de filme de 0,25 µm), com nitrogênio como gás de arraste.

2.5 Determinação de ácidos urônicos

O conteúdo de ácido urônico foi determinado através de método colorimétrico descrito por Filisetti-Cozzi e Carpita (1991) utilizando os hidrolisados da farinha de palmeira-real. As amostras foram solubilizadas em água destilada (0,5 mg/mL) com agitação magnética. Da solução preparada, foram separados 400 µL de amostra, em tubo de ensaio, sendo adicionados 40 µL de uma solução de ácido sulfâmico/sulfamato de potássio 4,0 M (pH 1,6), com agitação. Ácido sulfúrico de grau analítico (96,4 %) contendo tetraborato de sódio 75 mM (2,4 mL) foi adicionado à solução. O tubo foi agitado vigorosamente em agitador vortex e a mistura foi aquecida em banho-maria fervente por 20 min. A mistura foi resfriada e foram adicionados 40 µL de solução de *m*-hidroxidifenil 0,15 % (p/v) em NaOH 0,5 % (p/v) para formação do complexo colorido, que tem leitura de absorbância no comprimento de onda de 525 nm. A curva padrão utilizada foi preparada empregando solução de ácido galacturônico (GalA).

2.6 Polifenóis totais e atividade antioxidante

2.6.1 Extratos

Extratos metanólicos e aquosos para a determinação de polifenóis totais e atividade antioxidante foram preparados a partir da mistura de 2 g de farinha com 50 mL de metanol 80 % ou água destilada (97 °C ± 2 °C) com agitação por 1 hora, respectivamente. Os extratos foram filtrados e transferidos para frascos âmbar sob atmosfera de nitrogênio e mantidos em freezer (-18 °C ± 2 °C) até as análises.

2.6.2 Conteúdo de polifenóis totais

O teor de polifenóis totais da farinha de palmeira-real foi determinado de acordo com o procedimento modificado Folin-Ciocalteu (SWAIN; HILLIS, 1959; BUDINI; TONELLI; GIROTTI, 1980). As diluições apropriadas de extratos foram oxidadas com o reagente Folin-Ciocalteu e a reação foi neutralizada com carbonato de sódio. A absorbância da cor azul resultante foi medida a 725 nm após 60 minutos. O teor de polifenóis totais foi expresso como equivalentes de ácido gálico (GAE) em miligramas por grama de material seco.

2.6.3 Método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila)

A capacidade de seqüestro de radicais livres de extratos da farinha de palmeira-real foi determinada utilizando o radical estável 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH[•]) como descrito pelo método de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). A reação foi monitorada pela leitura da absorbância a 515 nm por 30 minutos a intervalos de 5 minutos. A absorbância medida após 30 minutos foi utilizada para o cálculo de μM DPPH[•] seqüestrado pelos extratos de farinha de palmeira-real. A atividade de seqüestro do radical foi avaliada através da redução na absorbância do DPPH comparada à solução controle (sem os extratos). Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) foi utilizado como antioxidante padrão, e para o cálculo da atividade antioxidante de extratos de farinha de palmeira-real foi utilizada a capacidade antioxidante equivalente em Trolox (TEAC).

2.6.4 Método ABTS [2,2-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)]

A capacidade de seqüestro do cátion radical 2,2-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS^{•+}) foi avaliada utilizando o método descrito por Re et al. (1999). Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) foi utilizado como antioxidante padrão e para o cálculo da atividade antioxidante de extratos de farinha de palmeira-real foi utilizada a TEAC. A reação foi monitorada pela leitura da absorbância a 754 nm e a atividade de seqüestro de radical de extratos de farinha de palmeira-real foi calculada como μM ABTS/g de amostra seca a 7 minutos.

2.7 Microscopia eletrônica de varredura da bainha foliar

Bainhas foliares foram fixadas em *stubs* de alumínio com fita dupla face, revestido com ouro (350 Å de espessura) em equipamento a vácuo Polaron E5000. As amostras foram visualizadas e fotografadas em Microscópio Eletrônico de Varredura XL 30 Philips a uma voltagem de aceleração de 10 kV.

2.8 Microscopia de fluorescência da bainha foliar

As amostras de bainha foliar foram fixadas em solução de FAA 50 % (v/v) (formaldeído 37 %, ácido acético glacial p.a. e etanol 50 %) por 72 horas, desidratadas em concentrações crescentes de etanol (70 – 100 %, v/v), diafanizadas em xilol e incluídas em parafina de acordo com técnicas de inclusão (JOHANSEN, 1940). Os blocos de bainha foliar foram cortados em micrótomo Leica RM 2165, com espessura média de 6 µm. Os cortes hidratados em série alcoólica foram avaliados em microscópio de fluorescência (Zeiss) quanto à fluorescência primária ou autofluorescência em radiação UV (λ : 350 nm). As amostras foram coradas com o fluorocromo safranina e observadas em comprimento de onda (λ) de excitação de 470 nm.

2.9 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os dados expressos como média \pm desvio padrão (DP). A capacidade antioxidante foi avaliada por análise de variância. Teste de Duncan foi utilizado para determinar as diferenças ($p \leq 0,05$) entre a capacidade antioxidante de extratos aquoso e metanólico. Correlações entre a capacidade antioxidante e teor de polifenóis totais foram investigadas. Os resultados foram processados utilizando o *software Statistica* versão 6.0.

3. Resultados e discussão

3.1 Composição química

A composição química da farinha de palmeira-real está apresentada na Tabela 1. A farinha de palmeira-real apresentou conteúdo relativamente menor de proteína (3,51 %) quando comparado à cevada (19,4 %), centeio (13,3 %), sorgo (12,1 %), milho (8,8 %) (RAGAE; ABDEL-AAL; NOAMAN, 2006) e farinha de trigo (8,53 %) (BILGIÇLI; IBANOGLU; HERKEN, 2007). O teor de lipídeos da farinha de palmeira-real também foi menor que aquele reportado para cereais por Ragae, Abdel-Aal e Noaman (2006).

Os resultados das análises químicas revelam que a farinha de palmeira-real é uma importante fonte de fibras alimentares, principalmente fibras insolúveis e cinzas, estando de acordo com os resultados obtidos por Vieira (2006). A farinha de palmeira-real apresentou maior teor de fibras alimentares que outras farinhas e cereais, como o trigo, cevada, centeio, milho e sorgo (RAGAE; ABDEL-AAL; NOAMAN, 2006) e farinha de jatobá (SILVA et al., 2001).

O consumo de aproximadamente 10 g de farinha de palmeira-real representa 27 % do requerimento diário médio para fibra alimentar (28,5 g/dia), recomendado pela *Dietary Reference Intakes* (DRI, 2001) para indivíduos adultos.

Os subprodutos têm sido tradicionalmente desvalorizados pelas indústrias, entretanto, existe tendência para descobrir novas fontes de fibra alimentar (RODRÍGUEZ et al., 2006). Ingredientes ricos em fibras exibem características que influenciam as propriedades funcionais de alimentos (NELSON, 2001). Além disso, o consumo desses alimentos ricos em fibras vem sendo extensivamente estudado em relação aos seus benefícios à saúde (MÄLKKI, 2001).

Tabela 1 – Composição química da farinha de palmeira-real (base seca).

Componentes ^a	Farinha de palmeira-real
Umidade (g/100g)	5,18 ± 0,05
Cinzas (g/100g)	3,27 ± 0,03
Proteína (g/100g)	3,51 ± 0,01
Lipídeos (g/100g)	0,91 ± 0,008
Fibra alimentar (g/100g)	70,85 ± 0,08
Fibra alimentar solúvel (g/100g)	8,51 ± 1,27
Fibra alimentar insolúvel (g/100g)	62,33 ± 1,18
Carboidrato ^b (g/100g)	16,11 ± 0,20
Cálcio (mg/100g)	801,33 ± 1,05
Magnésio (mg/100g)	517,03 ± 0,11
Potássio (mg/100g)	1041,95 ± 1,31
Ferro (mg/100g)	7,31 ± 0,65
Zinco (mg/100g)	1,32 ± 0,07
Manganês (mg/100g)	4,13 ± 0,29
Cobre (mg/100g)	0,07 ± 0,01

Valores médios ± DP de determinações em triplicata. ^a Composição química determinada de acordo com os métodos da AOAC (2005). ^b por diferença.

As concentrações de minerais, principalmente cálcio, magnésio e potássio foram diferentes das encontradas na farinha de palmeira-real analisada em estudo prévio por VIEIRA (2006). Diferenças genotípicas no acúmulo desses nutrientes e/ou diferenças nas condições de cultivo, tais como região de plantio, tipo de solo, adubação e clima, podem contribuir para tais variações (KOKUSZKA; MURATE, 2007; MARSARO JR. et al., 2007). Os conteúdos desses minerais na farinha de palmeira-real foram maiores do que os encontrados em cereais (RAGAEI; ABDEL-AAL; NOAMAN, 2006).

A farinha de palmeira-real apresentou teores de ferro, manganês e zinco de 7,31, 4,13 e 1,32 mg/100g, respectivamente. O manganês e zinco são componentes de muitas enzimas que servem como ativadores essenciais de uma série de reações metabólicas (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2004), e são, por consequência, elementos muito importantes para a reprodução e crescimento (COZZOLINO, 2006). Apesar do alto conteúdo de minerais na farinha de palmeira-real, não se pode afirmar que todos os minerais presentes estejam disponíveis ao consumidor, já que a presença de fatores

antinutricionais e a baixa digestibilidade podem afetar a disponibilidade destes nutrientes.

Assim, a farinha de palmeira-real pode ser considerada como uma importante fonte de nutrientes para a alimentação humana, principalmente devido ao seu conteúdo de fibras alimentares e minerais, além de contribuir para a agregação de valor aos resíduos gerados pelo processamento da palmeira. Existe, entretanto, a necessidade de mais estudos para o conhecimento da biodisponibilidade dos nutrientes presentes na farinha de palmeira-real.

3.2 Açúcares neutros e ácido urônico

Os principais monossacarídeos neutros encontrados na farinha de palmeira-real foram xilose (34,2 %), glicose (32,1 %) e arabinose (12 %) (Tabela 2). O alto conteúdo de glicose da farinha de palmeira-real, provavelmente, resultou da hidrólise da celulose, devido à presença predominante de fibra alimentar insolúvel (62,33 %). O polímero da celulose está presente como microfibrilas e sua função principal é de garantir a rigidez da parede celular (DOBLIN et al., 2002). Nesse estudo, a presença de teor elevado de celulose na bainha foliar está de acordo com sua principal função de sustentação das folhas e proteção do meristema apical (palmito).

Tabela 2 – Composição monossacarídica da farinha de palmeira-real.

Monossacarídeo ^a	Mol %
Ramnose	1,7
Fucose	1,0
Arabinose	12,0
Xilose	34,2
Manose	3,6
Galactose	7,0
Glicose	32,1
Ácido urônico ^b	8,4

^a Derivados de acetato alditóis analisados por CLG

^b Citado por Filisetti-Cozzi e Carpita (1991)

Os resultados apresentados na Tabela 2 sugerem a presença de arabinoxilano como o componente hemicelulósico principal, estando em conformidade com outras monocotiledôneas comelinóides, que são ricas em glucuronoarabinoxilanos (SMITH; HARRIS, 2001). Entretanto, Carnachan e Harris (2000) estudaram paredes celulares não lignificadas de tecidos de palmeiras das espécies *Phoenix reclinata* e *Rhopalostylis sapida* e encontraram grandes proporções de polissacarídeos pécticos, pequenas quantidades de xiloglucanos e heteroxilanos.

Menores proporções de ácidos urônicos (8,4 %), arabinose (12,0 %), galactose (7,0 %) e ramnose (1,7 %) presentes na farinha de palmeira-real são consistentes com a ocorrência de substâncias pécticas, importantes componentes da parede celular primária e lamela média. A presença desses açúcares neutros e ácidos urônicos sugerem a existência de cadeias de ramnogalacturonana, além de homogalacturonana com cadeias laterais de arabinana e/ou arabinogalactana. O menor teor de fibras alimentares solúveis evidenciado na farinha de palmeira-real corrobora com as menores concentrações dessas substâncias pécticas.

A manose, também detectada na farinha de palmeira-real, pode ser devido à presença de polímeros não celulósicos menores tais como glucomananas, galactoglucomananas ou galactomananas. Além disso, a detecção de fucose (1 %) sugere a ocorrência de pequena proporção de xiloglucanos (CARPITA; MCCANN, 2000).

Xilanos ácidos das paredes celulares secundárias também podem estar presentes na farinha de palmeira-real, já que a lignina foi detectada por microscopia. Paredes celulares secundárias de angiospermas dicotiledôneas e gimnospermas são bem descritas devido ao interesse na madeira de diferentes grupos taxonômicos, entretanto, poucas investigações têm sido realizadas com angiospermas monocotiledôneas. Diena et al. (2006) observaram que a glicose e xilose foram os monossacarídeos mais abundantes da parede celular de duas amostras de gramíneas. Arabinose foi o terceiro monossacarídeo mais abundante nas amostras. Esses resultados contrastam com aqueles de alfafa (dicotiledônea) e se assemelham aos dados apresentados para farinha de palmeira-real, também monocotiledônea (FENGEL; WEGENER, 1989; SJÖSTRÖM, 1993; BOCHICCHIO; REICHER, 2003; DIENA et al., 2006). Os dados sugerem que grande parte do teor de fibras alimentares solúveis da palmeira-real compõe-se por xilanos, xiloglucanos, mananos substituídos e substâncias pécticas.

Estudos na caracterização da composição de açúcares neutros dos principais constituintes da parede celular, pectina, hemicelulose e celulose, particularmente com respeito à autenticidade e controle são escassos (KURZ; CARLE; SCHIEBER, 2008). A presente pesquisa é pioneira na caracterização de açúcares neutros da farinha de palmeira-real. Entretanto, estudos complementares são requeridos para elucidar a presença de polissacarídeos nas bainhas foliares de palmeira-real, além de detectar sua funcionalidade para a saúde humana.

3.3 Polifenóis totais e atividade antioxidante

Diferenças significativas ($p \leq 0,05$) foram encontradas entre os teores de polifenóis totais de extratos metanólicos e aquosos, $1,27 \pm 0,02$ mg/g e $0,95 \pm 0,02$ mg/g, respectivamente, expressos em termos de equivalente em ácido gálico (GAE) por grama de farinha. O teor de polifenóis totais dos extratos foi maior comparado à farinha de sorgo com 0,461 e 0,763 mg GAE/g para extratos metanólicos e aquosos, respectivamente (KAMATH; CHANDRASHEKAR; RAJINI, 2004), farinha de centeio (0,5 mg/g GAE) e farelo de aveia (0,4 mg/g GAE) (KÄHKÖNEN et al., 1999). O extrato metanólico apresentou maior conteúdo de polifenóis que o farelo de trigo (1,0 mg/g GAE) e resultados similares ao farelo de centeio (1,3 mg/g GAE) (KÄHKÖNEN et al., 1999).

Os efeitos benéficos derivados dos compostos fenólicos têm sido atribuídos à sua atividade antioxidante (HEIM; TAGLIAFERRO; BOBILYA, 2002) e estudos sugerem esses compostos como a principal fonte de antioxidantes naturais em alimentos de origem de plantas (HAGERMAN et al., 1998). Os fitoquímicos antioxidantes têm recebido elevada atenção, devido ao seu papel potencial na prevenção de doenças humanas, assim como, no melhoramento da qualidade de alimentos (KAMATH; CHANDRASHEKAR; RAJINI, 2004).

A atividade antioxidante de extratos de farinha de palmeira está apresentada na Tabela 3. As propriedades antioxidantes da farinha de palmeira-real foram avaliadas através da medida da atividade de sequestro do radical DPPH e do cátion radical ABTS por extratos metanólicos e aquosos. Todos os extratos apresentaram atividade antioxidante significativa contra os radicais DPPH e ABTS^{•+}.

Tabela 3 – Capacidade antioxidante de extratos metanólicos e aquosos de farinha de palmeira-real.

Capacidade antioxidante TEAC ^a (μM/g)	Extratos de farinha de palmeira-real	
	Metanol 80 %	Água destilada
Capacidade de seqüestro do radical DPPH em 30 min	369,36 ^a ± 0,07	327,52 ^b ± 1,13
Capacidade de seqüestro do cátion radical ABTS em 7 min	274,14 ^a ± 0,80	252,68 ^b ± 3,52

Valores médios na mesma linha seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).
Valores médios ± DP de determinações em triplicata.

^aTEAC: Capacidade antioxidante equivalente em Trolox (*Trolox equivalent antioxidant capacity*)

No teste DPPH, o radical estável colorido é reduzido na presença de um antioxidante ou um doador de hidrogênio e a redução na cor é monitorada através do tempo (RAGAE; ADBEL-AAL; NOAMAN, 2006). A atividade antioxidante total foi diferente ($p \leq 0,05$) entre os extratos metanólicos e aquosos determinados pelo método DPPH, sendo que o extrato metanólico foi o melhor extrator de compostos antioxidantes (Tabela 3).

O ABTS^{•+} possui uma cor verde azulado relativamente estável, a qual é medida de 600 a 700 nm. Na presença de um antioxidante como 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico (Trolox) ou antioxidantes potenciais em extratos materiais, a produção de cor é suprimida até certa extensão proporcional à concentração de antioxidantes (RAGAE; ADBEL-AAL; NOAMAN, 2006). A atividade de seqüestro do ABTS^{•+} de extratos metanólico e aquoso foi significativamente diferente ($p \leq 0,05$), sendo que o extrato metanólico obteve a maior capacidade para seqüestrar o radical ABTS^{•+}.

Para comparar os resultados do conteúdo de polifenóis totais e a atividade antioxidante, os coeficientes de correlação foram determinados para os dois extratos e os diferentes métodos, DPPH e ABTS. O teor de polifenóis e a atividade antioxidante foram significativamente correlacionados para os extratos metanólico ($R = 0,901$) e aquoso ($R = 0,971$) com o método DPPH. Correlações significativas também foram observadas em relação à atividade antioxidante de extratos metanólico ($R = 0,901$) e aquoso ($R = 0,966$) com o método ABTS. Entretanto, devido ao baixo nível de

polifenóis totais presentes nos extratos, não se pode afirmar que o conteúdo de polifenóis totais contribui significativamente para essa propriedade.

Esses resultados mostram que a atividade antioxidante de um extrato não pode ser predita somente pelos compostos polifenólicos. Sabe-se que diferentes compostos fenólicos têm diferentes respostas ao método Follin-Ciocalteu (KÄHKÖNEN et al., 1999). A diferença entre a capacidade de seqüestro de radicais dos extratos pode ser explicada pela variação na composição dos extratos e a diferentes mecanismos envolvidos nas reações radical-antioxidante (KAMATH; CHANDRASHEKAR; RAJINI, 2004). Esses componentes têm ampla variedade de estruturas químicas que poderiam atuar com os radicais pela doação de prótons (extinção do radical livre), adição de radical, reação redox (transferência de elétrons) e combinação de radicais. Outros fatores, tais como estereoseletividade dos radicais ou a solubilidade de extratos em diferentes sistemas teste, podem também afetar a capacidade de um extrato individual de reagir e suprimir radicais diferentes (YU et al., 2002).

De acordo com Scalzo (2008) a ação antioxidante de alguns compostos (ex. ácido ascórbico) pode ser influenciada por componentes não diretamente envolvidos na atividade de seqüestro dos radicais livres. A medida da atividade antioxidante não pode explicar completamente as propriedades antioxidantes de um extrato de planta. Outros compostos, não necessariamente envolvidos na ação antioxidante e antiradical, também têm sido considerados.

Mais pesquisas são necessárias para investigar os componentes químicos que contribuem para a atividade antioxidante total e para determinar a relação entre atividade antioxidante e diferentes compostos fenólicos da farinha de palmeira-real.

3.4 Microestrutura da bainha foliar

As técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e microscopia de fluorescência foram utilizadas para examinar a organização celular da bainha foliar de palmeira-real. As Figuras 2 A e B apresentam inclusões no parênquima, caracterizados pelo acúmulo de oxalato de cálcio. O oxalato de cálcio é um biomineral comum em plantas, ocorrendo como cristais de várias formas, podendo ser encontrados em alguns tecidos ou órgãos de plantas, sendo frequentemente formados em vacúolos de células especializados chamados de cristais idioblastos (FRANCESCHI, 2001). As inclusões observadas nas Figuras 2 A e B são conhecidas como drusas e contêm cristais múltiplos

de oxalato de cálcio. O valor dos cristais de oxalato de cálcio para plantas normais em crescimento e desenvolvimento é variável. Alguns autores afirmam que as drusas podem representar formas de armazenamento de cálcio e ácido oxálico e algumas evidências sugerem que a presença de drusas tem relação com a reabsorção de cálcio em períodos de depleção de cálcio pela planta (HORNER; KAUSCH; WAGNER, 1981). Esses cristais poderiam também atuar como simples depósitos para resíduos metabólicos, evitando a toxicidade de células ou tecidos (SUNELL; HEALEY, 1979), além de auxiliar na defesa das plantas contra herbívoros (ARNOTT; WEBB, 2000). A presença de grande quantidade de drusas nas micrografias corrobora com o elevado conteúdo de cálcio detectado na farinha de palmeira-real (Tabela 1).

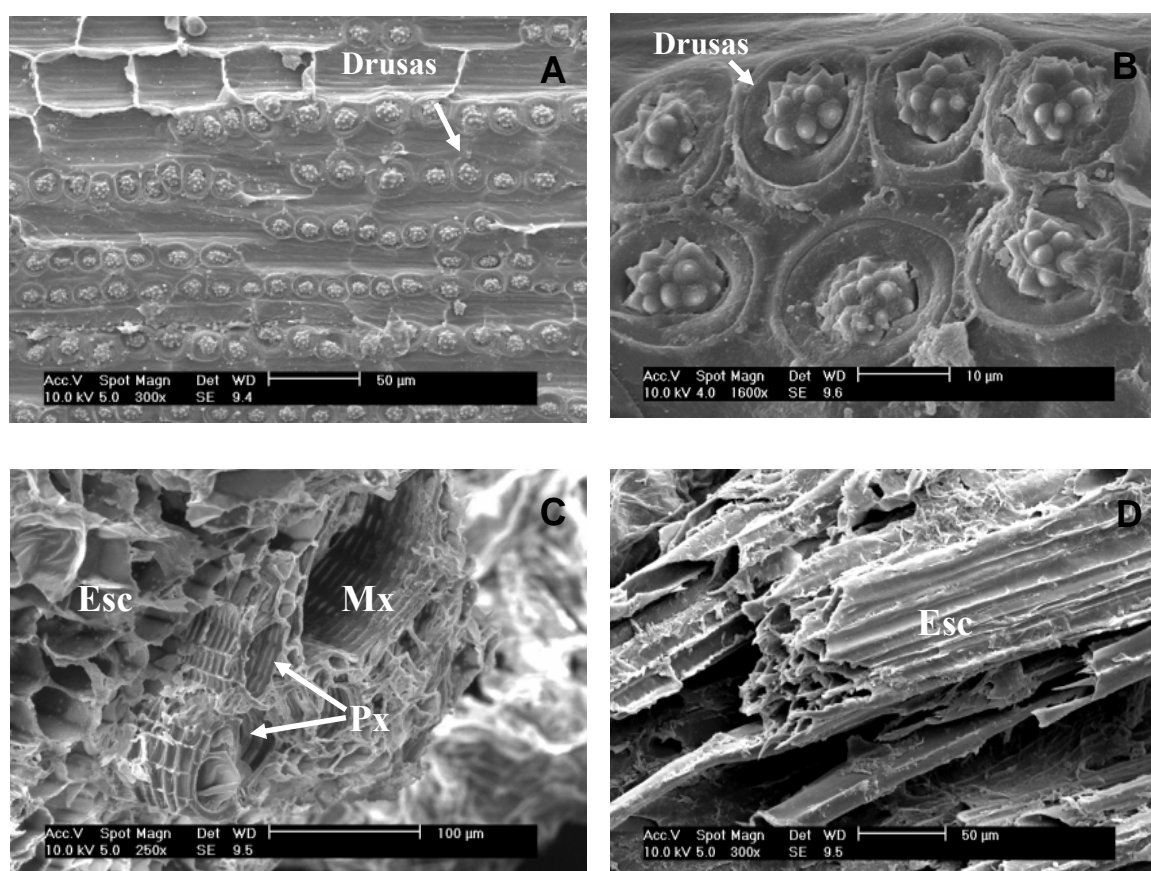


Figura 2 - Micrografias eletrônicas de varredura de cortes transversais de bainhas foliares de palmeira-real. Mx: metaxilema; Px: protoxilema; Esc: esclerênquima. Barras de escala – A e D: 50 µm, B: 10 µm, C: 100 µm.

A MEV revela alguns detalhes da estrutura dos feixes vasculares (Figura 2 C). Os vasos do metaxilema e protoxilema apresentaram espessamento escalariforme na parede lateral, caracterizado pela deposição de lignina e hemiceluloses. Esses vasos possuem como principal função a condução de água e minerais para a planta (RUDALL, 2007). Os feixes vasculares observados na Figura 2 C estão envolvidos pelo esclerênquima. O esclerênquima consiste de células com espessamento, frequentemente lignificadas, que usualmente perdem esse conteúdo na maturidade (MAUSETH, 2003). As células do esclerênquima são categorizadas como fibras ou esclereídeos. No presente estudo, pode-se perceber a presença de fibras devido à sua estrutura característica (Figura 2 D). As paredes celulares do esclerênquima têm a propriedade de elasticidade (RUDALL, 2007) e suporte mecânico para os feixes vasculares (TRIGIANO; GRAY, 2005).

De acordo com as Figuras 3 A e 3 B pôde-se observar a existência de fluorescência primária ou autofluorescência na bainha foliar de palmeira-real. Existem alguns componentes de origem vegetal e animal que emitem fluorescência natural ao serem irradiados com excitação específica, tais como clorofila, compostos fenólicos e ácido ferúlico (MUNCK, 1989; KALÁB; ALLAN-WOJTAS; MILLER, 1998; HEALTH, 2000; HAGEN et al., 2006), entretanto, não se pode afirmar os compostos responsáveis pela autofluorescência na referida amostra. Análises químicas são necessárias para identificação dos compostos da bainha foliar que apresentam fluorescência primária. As micrografias destacadas nas Figuras 3 A e 3 B apresentam características também evidenciadas por microscopia eletrônica de varredura. Na Figura 3 A destaca-se a presença de pequenos glóbulos com coloração laranja ou vermelho, podendo representar a existência de clorofila, já que a bainha foliar, por ser classificada como folha, também possui a função de fotossíntese. Na Figura 3B destaca-se a presença dos vasos de condução do xilema, metaxilema e protoxilema, envolvidos pelo esclerênquima, região caracterizada pelo elevado conteúdo de fibras.

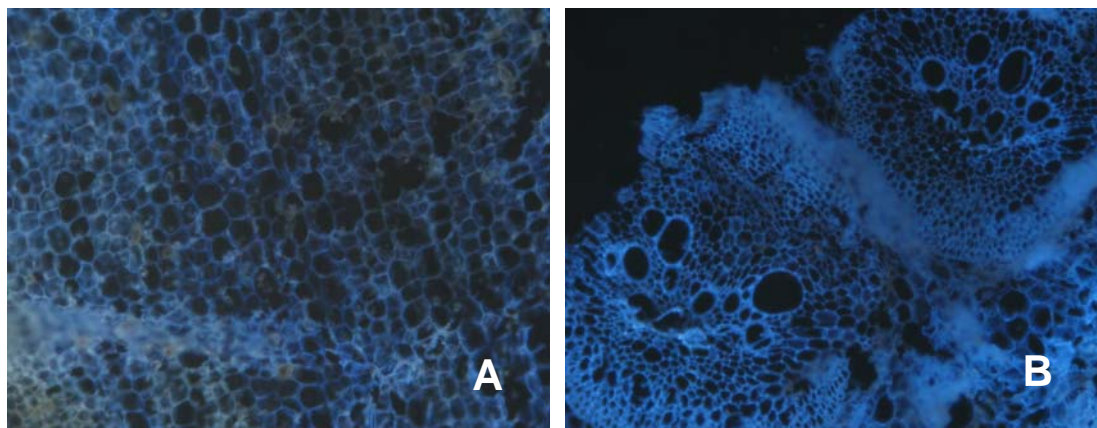


Figura 3 – Micrografia de fluorescência de corte longitudinal (A) e transversal (B) da bainha foliar de palmeira-real para verificação de autofluorescência. 100X.

O esclerênquima foi caracterizado pela coloração amarelo brilhante (Figura 4), indicando maior intensidade de lignificação nas paredes. A parede celular primária, observada na cor laranja, delimita o parênquima clorofiliano, que também, apresenta o processo de lignificação, entretanto, em menor intensidade. A parede celular primária do parênquima é relativamente fina e é composta principalmente de celulose e hemicelulose com uma camada de substâncias pécicas. Algumas células do parênquima, especialmente tecidos vasculares, podem desenvolver uma parede secundária ou tornar-se lignificada (Figura 4) (MAUSETH, 2003). Estudos recentes têm revelado a eficácia de ligninas de diferentes fontes como antioxidantes (DIZHBITE et al., 2004; GÜLÇİN et al., 2006), o que poderia contribuir para a atividade antioxidante da farinha de palmeira-real. A elevada concentração de fibra no esclerênquima e no parênquima clorofiliano (Figura 4) representa as principais fontes de fibras alimentares detectadas através de análises químicas na farinha de palmeira-real (Tabela 1).

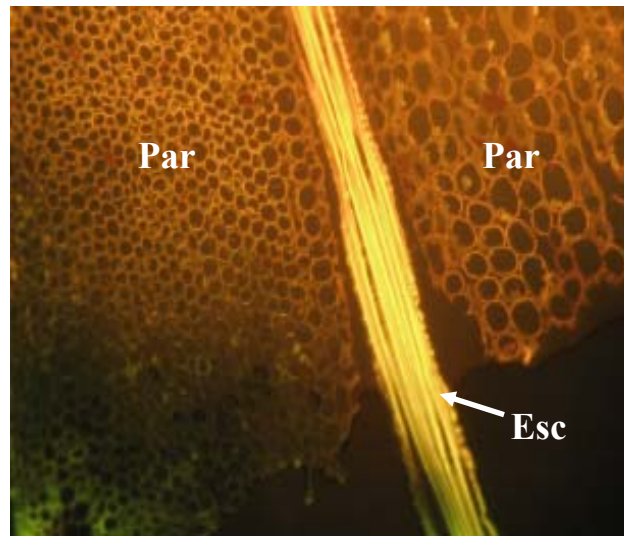


Figura 4 - Micrografia de fluorescência de corte longitudinal da bainha foliar de palmeira-real corado com safranina. Par: células do parênquima clorofiliano, Esc: esclerênquima. 100X.

Estudos nessa área ainda são muito limitados, mas importantes para o conhecimento de novas matérias-primas. Através da microscopia foi possível correlacionar dados determinados por análises químicas, além de sugerir temas para pesquisas futuras com bainhas foliares e farinha de palmeira-real.

Referências bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. 18th ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.

ARNOTT, L.; WEBB, M.A. Twinned raphides of calcium oxalate in grape (*Vitis*): implications for crystal stability and function. **International Journal of Plant Sciences**, v. 161, p.133-142, 2000.

BELITZ, H.D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. In: **Food Chemistry**. 3rd ed., Springer-Verlag: Berlin, Germany, 2004.

BILBA, K.; ARSENE, M-A.; OUENSANGA, A. Study of banana and coconut fibers. Botanical composition, thermal degradation and textural observations. **Bioresource Technology**, v. 98, p.58-68, 2007.

BILGIÇLI, N.; IBANOGLU, S.; HERKEN, E.N. Effect of dietary fiber addition on the selected nutritional properties of cookies. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 80-89, 2007.

BOCHICCHIO, R.; REICHER, F. Are hemicelluloses from *Podocarpus lambertii* typical of gymnosperms? **Carbohydrate Polymers**, v. 53, p.127–136, 2003.

BOVI, M. L. A. **Cultivo da palmeira real australiana visando a produção de palmito**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998. 26p.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v.22, p. 25-30, 1995.

BUDINI, R.; TONELLI, D.; GIROTTI, S. Analysis of total phenols using the Prussian blue method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, 3698-3703, 1980.

CARNACHAN, S.M.; HARRIS, P.J. Polysaccharide compositions of primary cell walls of the palms *Phoenix canariensis* and *Rhopalostylis sapida*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 38, 699-708, 2000.

CARPITA, N.; MCCANN, M. The Cell Wall. In: Buchanan, B.B.; Gruissem, W.; Jones, R.L. (Eds.). **Biochemistry and Molecular Biology of plants**. Rockville, Maryland: American Society of Plant Physiologists, American Society of Plant Physiologists, p. 52-108, 2000.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 2. ed. Barueri-São Paulo: Manole, 2006, 992 p.

DIENA, B.S.; JUNGB, H.J.G.; VOGELC, K.P.; CASLERD, M.D. LAMBB, J.F.S.; ITENA, L.; MITCHELLC, R.B.; SARAT, G. Chemical composition and response to dilute-acid pretreatment and enzymatic saccharification of alfalfa, reed canarygrass, and switchgrass. **Biomass and Bioenergy**, v. 30, p.880–891, 2006.

DRI - DIETARY REFERENCE INTAKES. Dietary Reference Intakes: Recommended Intakes for Individuals. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/etext/000105.html>
Acesso em: 09 de novembro de 2006.

DINAND, E.; CHANZY, H.; VIGNN, M.R. Suspensions of cellulose microfibrils from sugar beet pulp. **Food Hydrocolloids**, v. 13, p. 275-283, 1999.

DIZHBITE, T.; TELYSHEVA, G.; JURKJANE, V.; VIESTURS, U. Characterization of the radical scavenging activity of lignins - natural antioxidants. **Bioresource Technology**, v. 95, p. 309-317, 2004.

DOBLIN, M.S.; KUREK, I.; JACOB-WILK, D.; DELMER, D.P. Cellulose biosynthesis in plants: from genes to rosettes. **Plant and Cell Physiology**, v. 43, p. 1407-1420, 2002.

FENGEL, D.; WEGENER, G. Polyoses (hemicelluloses). In: Wood. Chemistry, ultrastructure, reactions, New York: Walter de Gruyter, p. 106-127, 1989.

FILISSETTI-COZZI, T. M. C. C.; CARPITA, N. C. Measurement of uronic acid without interference for neutral sugars. **Analytical Biochemistry**, v. 197, n. 1, p. 157-162, 1991.

FRANCESCHI, V. Calcium oxalate in plants. **Trends in Plant Science**, v. 6, p.331, 2001.

GÜLÇİN, I.; ELIAS, R.; GEPIREMEN, A.; BOYER, L. Antioxidant activity of lignans from fringe tree. **European Food Research Technology**, v. 223, p. 759-767, 2006.

HAGEN, S.F.; SOLHAUG, K.A.; BENGTSSON, G.B.; BORGE, G.I.A.; BILGER, W. Chlorophyll fluorescence as a tool for non-destructive estimation of anthocyanins and total flavonoids in apples. **Postharvest Biology and Technology**, v. 41, p.156-163, 2006.

HAGERMAN, A.E.; RIEDL, K.M.; JONES, G.A.; SOVIK, K.N.; RITCHARD, N.T.; HARTZFELD, P.W.; RIECHEL, T.L. High molecular weight plant phenolics (tannins) as biological antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p. 1887-1892, 1998.

HEALTH, M.C. Advances in imaging the cell biology of plant-microbe interaction. **Annual Review Phytopathology**, v.38, p.443-459, 2000.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.13, p. 572-584, 2002.

HORNER, H.T.; KAUSCH, A.P.; WAGNER, B.L. Growth and change in shape of raphide and druse calcium oxalate crystals as a function of intracellular development in *Typha angustifolia* L. (Typhaceae) and *Capsicum annuum* L. (Solanaceae). **Scanning Electron Microcopy**, v. 3, p. 251-262, 1981.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw Hill Book Company, 1940. 523p.

KÄHKÖNEN, M.P.; HOPIA, A.I.; VUORELA, H.J.; RAUHA, J.-P.; PIHLAJA, K.; KUJALA, T.S.; HEINONEN, M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 3954-3962, 1999.

KALÁB, M.; ALLAN-WOJTAS, P.; MILLER, S.S. Microscopy and other imaging techniques in food structure analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, 1995.

KAMATH, V.G.; CHANDRASHEKAR, A.; RAJINI, P.S. Antiradical properties of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) flour extracts. **Journal of Cereal Science**, v.40, p. 283-288, 2004.

KOKUSZKA, R.; MURATE, E.H. Valor nutricional de milho produzido em sistemas de produção convencional e agroecológico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p. 556-559, fev.2007.

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. Characterisation of cell wall polysaccharide profiles of apricots (*Prunus armeniaca* L.), peaches (*Prunus persica* L.), and pumpkins (*Cucurbita* sp.) for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, v. 106, p. 421-430, 2008.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of Vegetable Waste into Value added Products: (A) the Upgrading Concept; (B) Practical Implementation. **Bioresource Technology**, v. 87, p.167-198, 2003.

MÄLKKI, Y. Physical properties of dietary fiber as keys to physiological functions. **Cereal Foods World**, v. 46, p.196-199, 2001.

MARSARO JÚNIOR, A.L.; LAZZARI, S.M.N.; SOUZA, J.L.; LAZZARI, F.A.; CÂNDIDO, L.M.B. Influência de diferentes sistemas de adubação na composição nutricional do milho *Zea mays* L. (Poaceae) e seus efeitos no ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) no produto armazenado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 51-64, jan./mar. 2007.

MAUSETH, J.D. Tissues and the primary growth of stems. In: Botany. An introduction to the plant biology. 3rd ed. Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers: Massachusetts, p.114-153, 2003.

MONTEIRO, M.A.M.; STRINGHETA, P.C.; COELHO, D.T.; MONTEIRO, J.B.R. Estudo sensorial de sopa-creme formulada à base de palmito. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 2, p.5-9, 2001.

MUNCK, L. Practical experiences in development of fluorescence analyses in an applied food research laboratory. In: MUNCK, L.; DE FRANCISCO, A. **Fluorescence analysis in food**. 1ª ed. New York: Longman Scientific & Technical, p.1-29, 1989.

NELSON, A.L. Properties of high-fiber ingredients. **Cereal Foods World**, v. 46, p. 93-97, 2001.

RAGAEI, S.; ABDEL-AAL, E-S.M.; NOAMAN, M. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. **Food Chemistry**, v.98, p. 32–38, 2006.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.

RIBEIRO, J. H. SOS Palmito. **Revista Globo Rural**, v.3, p.24-26, 1996.

RODRÍGUEZ, R.; JIMÉNEZ, A.; FERNÁNDEZ-BOLAÑOS, J.; GUILLÉN, R.; HEREDIA, A. Dietary fiber from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science & Technology**, v.17, p.3-15, 2006.

RUDALL, P. Stem. In: **Anatomy of flowering plants. Introduction to structure and development**. 3rd ed., Cambridge: Cambridge University Press, p. 23-42, 2007.

SCALZO, R.L. Organic acids influence on DPPH scavenging by ascorbic acid. **Food Chemistry**, v. 107, p. 40–43, 2008.

SILVA, M.R.; SILVA, M.S.; MARTINS, K.A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, p. 176-182, 2001.

SJÖSTRÖM, E. **Wood chemistry. Fundamentals and applications**. San Diego: Academic Press, Inc, 1993. 293p.

SMITH, B.G.; HARRIS, P.J. Ferulic acid is esterified to glucuronoarabinoxylans in pineapple cell walls. **Phytochemistry**, v.56, n.5, p.513 – 519, 2001.

SUNELL, L.A.; HEALEY, P.L. Distribution of calcium oxalate crystal idioblasts in corms of taro (*Colocasia esculenta*). **American Journal of Botany**, v. 66, p.1029-1032, 1979.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 10, p. 63-68, 1959.

TRIGIANO, R.N.; GRAY, D.J. A brief introduction to plant anatomy. In: Plant development and Biotechnology. 3rd ed. USA: CRC press, p. 73-86, 2005.

VIEIRA, M.A. **Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) e desenvolvimento de biscoito fibroso**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

WATT, B.; MERRILL, A.L. Composition of foods: raw, processed, prepared. Maryland: US. Department of Agricultural, Agricultural Research Service, USDA Nutrient Data Laboratory, 1999.

WOLFROM, M.L.; THOMPSON, A. Reduction with sodium borohydride. **Methods Carbohydrate Chemistry**, v. 2, p. 65, 1963.

YU, L.; HALEY, S.; PERRET, J.; HARRIS, M.; WILSON, J.; QIAN, M. Free Radical Scavenging Properties of Wheat Extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 1619-1624, 2002.

CAPÍTULO 3

Efeito da adição de farinha de palmeira-real nas características físico-químicas e de textura de biscoitos sem glúten

Artigo aceito pela International Journal of Food Science and Technology (Anexo A)

Efeito da adição de farinha de palmeira-real nas características físico-químicas e de textura de biscoitos sem glúten

Effect of king palm flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies

Karina N. de Simas ^a, Leila do N. Vieira ^a, Rossana Podestá ^b, Carmen M.O. Müller ^b, Manoela A. Vieira ^a, Rosane C. Beber ^a, Maurício S. Reis ^c, Pedro L.M. Barreto ^a, Edna R. Amante ^a, Renata D.M.C. Amboni ^{a*}

^a Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Admar Gonzaga, 1.346, 88034-001, Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina/ Brasil

^b Departamento de Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina/ Brasil

^c Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina/ Brasil

Resumo

O efeito da substituição da mistura de farinha de arroz e amido de milho por farinha de palmeira-real a níveis de 0-30 % sobre as características químicas e físicas de massas e biscoitos sem glúten foi investigado. Os teores de minerais e fibra alimentar aumentaram nos biscoitos que foram adicionados de farinha de palmeira-real. Comparada à massa controle, a incorporação de farinha de palmeira-real aumentou a firmeza e diminuiu a adesividade das amostras de massas. A adição de farinha de palmeira-real aumentou a firmeza dos biscoitos em relação ao biscoito controle. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os biscoitos quanto ao parâmetro de cor luminosidade (L^*). Todas as formulações de biscoitos apresentaram ângulo hue em torno de 60, o que indica uma tendência à cor marrom. O estudo revela que a incorporação de farinha de palmeira-real apresentou resultados desejáveis na composição química de biscoitos.

Palavras-chave: farinha de palmeira-real, sem glúten, biscoitos, análise do perfil de textura, cor, minerais.

Abstract

The replacement of the blend of rice flour and corn starch with king palm flour at levels of 0–30% was investigated for its effects on the chemical and physical characteristics of gluten-free dough and cookies. Minerals, and dietary fibre contents increased in cookies that were added with king palm flour. Compared to the control dough, the incorporation of king palm flour increased the firmness and decreased the adhesiveness of dough samples. The incorporation of king palm flour increased the hardness of cookies in relation to the control dough. None of the cookies differed significantly ($p > 0.05$) in the lightness (L^*) parameter. All formulations produced cookies with hue angles around 60, which indicates a tendency to brown colour. The study reveals that the incorporation of king palm flour showed desirable results in chemical characteristics.

Keywords: King palm flour, gluten-free, cookies, texture profile analysis, colour, minerals

1. Introdução

O glúten, principal proteína dos cereais como trigo, centeio, cevada, e triticale (KASARDA, 2001), é responsável pela característica elástica da massa e contribui para a aparência e estrutura da crosta de muitos produtos de panificação (ARENDT et al., 2002). Um dos principais problemas da remoção do glúten das formulações de pães e massas está relacionado à baixa qualidade sensorial, principalmente quanto ao sabor e à textura (ARENDT et al., 2002).

A preparação de pães e massas sem glúten é difícil, pois o glúten contribui para retenção de gás e desenvolvimento de uma rede forte de proteína, que produz pães de boa qualidade e previne a dissolução das massas durante a cocção (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004). Tais problemas são raros durante o preparo de biscoitos sem glúten, já que a textura de biscoitos é principalmente atribuída à gelatinização do amido e cristalização do açúcar (GALLAGHER, 2002).

Uma pesquisa na literatura apresentou número limitado de artigos sobre produtos de panificação sem glúten. Isso reflete a dificuldade tecnológica e a falta de informação do número de pessoas que requerem produtos sem glúten, sejam elas pessoas celiacas ou não celiacas, intolerantes ou alérgicas ao glúten (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

Uma variedade de fibras de plantas tem sido utilizada para melhorar a textura, cor e aroma de biscoitos com a redução de energia do produto final (ÖZTÜRK et al., 2002). Dietas que contêm moderadas quantidades de cereais, frutas e vegetais, possivelmente, fornecem quantidade suficiente de fibras. Como os produtos sem glúten geralmente não são enriquecidos/fortificados e freqüentemente são elaborados com farinha refinada ou amido, estes não contêm os mesmos níveis de nutrientes dos produtos com glúten (GALLAGHER et al., 2004).

Vieira (2006) relatou que a farinha de palmeira-real, obtida do resíduo do processamento da palmeira-real orgânica, apresentou altos níveis de fibra alimentar e minerais, principalmente cálcio, magnésio e potássio, e pequeno conteúdo de compostos antinutricionais (ácido fítico e taninos). Considerando que o consumo médio de fibra entre pessoas celiacas é menor que a recomendada, a farinha de palmeira-real parece ser uma interessante alternativa na fabricação de biscoitos sem glúten, devido ao seu elevado conteúdo de fibra alimentar (THOMPSON, 2000).

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de misturas de farinha de palmeira-real em diferentes níveis de 0, 10, 20 e 30 % (p/p) (baseado no total de farinha de arroz e amido de milho) nas características químicas e físicas de biscoitos sem glúten.

2. Material e métodos

2.1 Material

Os resíduos do processamento da palmeira-real orgânica foram fornecidos pela Empresa Vegetal Brasil, estabelecida na Palhoça, SC, Brasil. Farinha de arroz e amido de milho, fornecidos pelas empresas Fazenda e Unilever, respectivamente, foram utilizados no estudo. Os outros ingredientes foram adquiridos em um supermercado local de Florianópolis, SC, Brasil. Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico.

2.2 Preparação da farinha de palmeira-real

A preparação da farinha de palmeira-real foi realizada conforme descrito no Capítulo 2, item 2.2.

2.3. Formulação dos biscoitos

Os biscoitos foram preparados pela substituição de 0 (controle), 10, 20 ou 30 % (p/p) da mistura de farinha de arroz e amido de milho por farinha de palmeira-real. As amostras de biscoitos foram preparadas pela mistura dos seguintes ingredientes: mistura de farinha de arroz (70 %) e amido de milho (30 %), açúcar mascavo (50 g), óleo de palma (15 g), óleo de girassol (15 g), baunilha (2 g), bicarbonato de sódio (2 g), sal (1 g), bicarbonato de amônio (0,38 g), lecitina (0,14 g) e água (30 a 130 g). A massa foi manualmente esticada até espessura uniforme, dividida em pedaços com cerca de 15 g e cortada, utilizando um cortador circular de 4,5 cm de diâmetro.

Os biscoitos foram assados em forno elétrico convencional a 150 °C por 15, 30, 40 e 50 minutos para os biscoitos contendo 0, 10, 20 e 30 % de farinha de palmeira-real, respectivamente; resfriados até temperatura ambiente (25 ± 2 °C) e embalados em sacos

de polietileno de alta densidade. Três biscoitos de cada batelada de três replicatas foram submetidos a análises químicas e físicas.

2.4 Composição química

Os biscoitos e a farinha de palmeira-real foram analisados quanto à composição química de acordo com os métodos descritos no Capítulo 2 (AOAC, 2005), item 2.3.

2.5 Propriedades físicas

2.5.1 Farinhas

A farinha de palmeira-real e a mistura de farinha de arroz e amido de milho, nas proporções utilizadas nas formulações de biscoitos, foram analisadas para determinar as propriedades de hidratação. A capacidade de ligação de água foi determinada de acordo com o método descrito por Elkhaila, Schifeler e Bernhardt (2005).

2.5.2 Massa de biscoito

A análise do perfil de textura (TPA) de massas contendo 0, 10, 20 e 30 % (p/p) de farinha de palmeira-real foi avaliada em nove replicatas de cada massa em um analisador de textura TA-XT2i (Stable Micro Systems, Godalming, UK) equipado com célula de carga de 25 kg, utilizando uma sonda cilíndrica perspex de 25 mm (P/25). A amostra de massa contendo 4,5 cm de diâmetro e 3 cm de altura foi comprimida e descomprimida durante dois ciclos de compressão. As condições para a TPA foram: velocidade pré-teste de 2 mm/s, velocidade teste de 2 mm/s, velocidade pós-teste de 10 mm/s (BOURNE, 2002; TYAGI et al., 2007). A sonda comprimiu 60 % da altura da massa (TYAGI et al., 2007). As análises de textura de amostras de massas foram conduzidas à temperatura ambiente (25 ± 2 °C). A partir da curva do perfil de textura os seguintes parâmetros foram calculados: consistência (N.s), firmeza (N), coesividade, adesividade (N.s) e elasticidade.

2.5.3 Biscoitos

A espessura e diâmetro foram medidos com paquímetro vernier (Métrica, Alemanha). A expansão foi expressa como diâmetro/espessura. O volume específico dos biscoitos foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço (AACC, 2003). O rendimento dos biscoitos foi estimado pela diferença entre o peso dos biscoitos antes e após a cocção.

As características de textura de biscoitos contendo 0, 10, 20 e 30 % (p/p) de farinha de palmeira-real foram medidas para dez biscoitos amostrados de cada batelada, utilizando um analisador de textura TA-XT2i (Stable Micro Systems, Godalming, UK). As amostras individuais de biscoitos foram colocadas sobre uma plataforma e a sonda anexa ao instrumento foi ajustada para um nível de penetração de 50 % da altura original do biscoito. A força de fratura inicial e firmeza dos biscoitos foi avaliada utilizando sonda cilíndrica de 5 mm de diâmetro (P/2) com as seguintes condições de teste: velocidade pré-teste de 2 mm/s, velocidade teste de 0,5 mm/s e velocidade pós-teste de 10 mm/s. O pico de força inicial foi considerado a força de fratura inicial e o pico de força absoluta como a firmeza dos biscoitos (SINGH et al., 1993; BOURNE, 2002).

As medidas de cor dos biscoitos foram realizadas utilizando colorímetro Minolta Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Japão) com iluminação D₆₅, ângulo de visão de 10°. Os valores médios para L* (luminosidade), a* (vermelho a verde), b* (amarelo a azul), Chroma $[(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$ e ângulo hue $[\tan^{-1} (b^*/a^*)]$ foram determinados de acordo com o sistema CIE Lab. Uma placa de calibração branca com número 19433091 foi utilizada. Os valores médios da cor da superfície superior e inferior de cada biscoito foram avaliados. Os parâmetros de cor foram determinados em triplicata e dez medidas foram realizadas em cada amostra.

2.6 Análise estatística

Todas as determinações analíticas foram realizadas em triplicata. A análise estatística das propriedades físico-químicas foi conduzida por análise de variância. Teste de Duncan para comparação múltipla entre médias foi utilizado para determinar as diferenças ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos. O efeito da adição de farinha de palmeira-

real nas características de textura de massas e biscoitos sem glúten foi analisado pelo método de regressão linear múltipla e os dados foram ajustados utilizando modelos de equação linear de primeira ordem ou polinomiais de segunda ordem. A significância estatística da equação de regressão foi determinada por análise de variância para cada resposta. As diferenças entre as amostras nas características de textura foram estabelecidas através do intervalo de confiança ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software Statistica* versão 6.0.

3. Resultados e Discussão

3.1 Composição química

A composição química dos biscoitos sem glúten de farinha de palmeira-real está apresentada na Tabela 1. Assim como mencionado no capítulo anterior, a farinha de palmeira-real é uma importante fonte de fibra alimentar, principalmente fibra insolúvel, além de fonte de cinzas, que reflete o conteúdo de minerais observado nos biscoitos contendo farinha de palmeira-real. A adição de farinha de palmeira-real melhorou a composição química dos biscoitos, como pode ser visualizado na Tabela 1. Resultados similares foram encontrados para biscoitos, contendo glúten, desenvolvidos com farinha de palmeira-real (VIEIRA et al., 2007).

A suplementação de biscoitos com diferentes níveis de farinha de palmeira-real aumentou significativamente ($p \leq 0,05$) o teor de cinzas. O conteúdo de cinzas encontrado nos biscoitos foi maior que aquele reportado por outros autores (TOSI; CIAPPINI; MONASCIARELLI, 1996; GIAMI; ACHINEWHY; IBAAKEE, 2005; TYAGI et al., 2007).

Os teores de fibra alimentar dos biscoitos sem glúten ficaram entre 3,41 e 9,04 %. Esses níveis estão dentro da faixa relatada para biscoitos com alto teor de fibras (SILVA et al., 2001; KRÜGER et al., 2003; VIEIRA et al., 2007) e são maiores que os níveis determinados para outros biscoitos (GIAMI; ACHINEWHY; IBAAKEE, 2005; ARSHAD; ANJUM; ZAHOR, 2007; TYAGI et al., 2007). Biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real apresentaram maior teor de fibra alimentar que outros biscoitos sem glúten contendo uma mistura de farinhas e amidos (TOSI; CIAPPINI; MONASCIARELLI, 1996).

A adição de farinha de palmeira-real resultou em biscoitos com maior teor de lipídeos e umidade e menor teor de proteínas. Resultados similares foram observados por Vieira et al. (2007). O alto teor de umidade nos biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real pode ser devido à capacidade de ligação de água das farinhas (TYAGI et al., 2007; VIEIRA et al., 2007). As capacidades de ligação de água para a farinha de palmeira-real e mistura de farinha de arroz e amido de milho, no presente estudo, foram de 67,5 e 12,3 g água/ 100 g de amostra, respectivamente.

Tabela 1 - Composição química de biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real (base seca).

Componentes ^a (g/100g)	Nível de farinha de palmeira-real em biscoitos sem glúten (%)			
	0	10	20	30
Umidade	3,37 ^d ± 0,02	5,39 ^b ± 0,02	5,53 ^a ± 0,04	5,13 ^c ± 0,01
Cinzas	1,16 ^c ± 0,06	1,50 ^b ± 0,07	1,92 ^a ± 0,08	1,89 ^a ± 0,07
Proteína	3,89 ^b ± 0,01	3,99 ^a ± 0,03	3,80 ^c ± 0,06	3,69 ^d ± 0,06
Lipídeo	17,45 ^c ± 0,05	18,56 ^a ± 0,06	18,29 ^b ± 0,02	18,31 ^b ± 0,01
Fibra alimentar total	0,37 ^d ± 0,01	3,41 ^c ± 0,2	6,82 ^b ± 0,05	9,04 ^a ± 0,3
Fibra alimentar Solúvel	0,23 ^d ± 0,09	0,45 ^c ± 0,02	0,54 ^b ± 0,05	0,80 ^a ± 0,01
Fibra alimentar insolúvel	0,14 ^d ± 0,02	2,95 ^c ± 0,2	6,28 ^b ± 0,1	8,24 ^a ± 0,3
Carboidrato ^b	73,76 ^a ± 0,32	67,15 ^b ± 0,16	63,64 ^c ± 0,24	61,94 ^d ± 0,16
Energia (kcal/100g)	467,65 ^a ± 1,67	451,60 ^b ± 0,44	434,37 ^c ± 0,21	427,31 ^d ± 1,01

Valores médios na mesma linha seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Valores médios ± DP de determinações em triplicata. ^a Composição química determinada de acordo com os métodos da AOAC (2005). ^b por diferença.

A substituição da mistura de farinha de arroz e amido de milho por farinha de palmeira-real causou redução significativa ($p \leq 0,05$) no teor de carboidratos e energia (kcal), enquanto que aumentou o teor de minerais dos biscoitos, principalmente Ca, Mg, K, Fe, Zn e Mn (Tabela 2). Esses resultados foram similares aos encontrados para biscoitos preparados com trigo-caseína (KRÜGER et al., 2003), trigo-farinha de abóbora

(GIAMI; ACHINEWHY; IBAAKEE, 2005) e trigo-gérmen de trigo desengordurado (ARSHAD et al., 2007). Portanto, a farinha de palmeira-real surge como interessante fonte de minerais e elementos traços.

Tabela 2 – Composição de minerais de biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real (base seca).

Minerais ^a (mg/100g)	Nível de farinha de palmeira-real em biscoitos sem glúten (%)			
	0	10	20	30
Cálcio	43,27 ^d ± 0,05	47,39 ^c ± 1,75	71,91 ^b ± 1,42	106,28 ^a ± 0,45
Magnésio	168,85 ^d ± 0,75	170,61 ^c ± 0,38	185,01 ^b ± 1,89	222,96 ^a ± 0,95
Potássio	384,23 ^d ± 1,36	426,26 ^c ± 0,96	577,94 ^b ± 3,73	655,09 ^a ± 8,37
Ferro	3,42 ^d ± 0,18	3,94 ^c ± 0,0003	4,68 ^b ± 0,08	5,68 ^a ± 0,10
Zinco	0,85 ^c ± 0,002	0,99 ^b ± 0,001	1,02 ^b ± 0,08	1,09 ^a ± 0,04
Manganês	0,96 ^d ± 0,04	1,25 ^c ± 0,003	1,31 ^b ± 0,003	1,53 ^a ± 0,03
Cobre	0,15 ^a ± 0,01	0,11 ^b ± 0,01	0,06 ^c ± 0,00007	0,04 ^d ± 0,0003

Valores médios na mesma linha seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Valores médios ± DP de determinações em triplicata. ^a Composição de minerais determinada de acordo com os métodos da AOAC (2005).

O consumo de 100 g de biscoitos contendo 30 % (p/p) de farinha de palmeira-real representa aproximadamente 9 % do requerimento médio para cálcio (1.150 mg/dia), 38 % para ferro (15 mg/dia) e 93 % para magnésio (240 mg/dia), como recomendado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO/WHO, 2002) para adultos do sexo feminino e masculino.

3.2 Propriedades físicas

3.2.1 Massa de biscoitos

O efeito da adição de farinha de palmeira-real a diferentes níveis no perfil de textura das massas está ilustrado na Tabela 3. Equações de regressão múltipla foram geradas relacionando a quantidade de farinha de palmeira-real adicionada e as características de textura das amostras de massas. O modelo predito para as características de textura das massas pode ser descrito pelo modelo quadrático, como apresentado na Figura 1.

As características reológicas de massas são importantes, pois afetam o preparo da massa e qualidade do produto final (INDRIANI; RAO, 2007). Diferenças significativas ($p \leq 0,05$) foram observadas na firmeza, coesividade e adesividade entre as amostras de massa preparadas com e sem farinha de palmeira-real.

Tabela 3 – Efeito da incorporação da farinha de palmeira-real no perfil de textura de massas de biscoito sem glúten

Parâmetros	Nível de farinha de palmeira-real em amostras de massas (%)				R ^{2 a}
	0	10	20	30	
Firmeza (N)	3,15 ^b ± 0,04	5,01 ^a ± 0,45	6,14 ^a ± 0,75	4,09 ^a ± 0,16	0,813
Consistência (N.s)	25,85 ^b ± 1,14	34,36 ^a ± 1,10	34,63 ^a ± 2,13	27,07 ^b ± 1,19	0,903
Coesividade	0,50 ^a ± 0,06	0,09 ^b ± 0,01	0,07 ^b ± 0,02	0,12 ^b ± 0,01	0,926
Adesividade (N.s)	9,09 ^a ± 0,75	0,53 ^d ± 0,01	0,60 ^c ± 0,14	1,16 ^b ± 0,01	0,914
Elasticidade	0,75 ^a ± 0,04	0,62 ^b ± 0,01	0,62 ^b ± 0,01	0,68 ^a ± 0,01	0,859

Valores médios na mesma linha seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Valores médios ± DP de determinações em triplicata.

^a R²: Coeficiente de determinação.

A adição de farinha de palmeira-real aumentou a firmeza das massas ($R^2 = 0,81$, $p \leq 0,05$). A adição de 30 % de farinha na massa não afetou significativamente ($p \leq 0,05$) a consistência e elasticidade em relação à massa controle. Amostras de massas contendo farinha de palmeira-real a diferentes níveis apresentaram uma redução da adesividade comparada à massa controle, sugerindo que a presença de fibras reduziu a adesão da massa à sonda. A adesividade entre as amostras contendo farinha de palmeira-real aumentou devido à maior incorporação de água nas formulações de acordo com o nível de farinha de palmeira-real inserida na massa.

A incorporação de farinha de palmeira-real afetou a coesividade de amostras de massas, reduzindo-as em relação à massa controle. A coesividade é uma indicação das ligações internas de uma massa semi-sólida (ROOPA; BHATTACHARYA, 2008), portanto, a presença de fibras alimentares da farinha de palmeira-real contribuiu para a

redução da força de adesão das massas. Além disso, esse comportamento também ocorreu devido à menor resistência da massa à força de compressão.

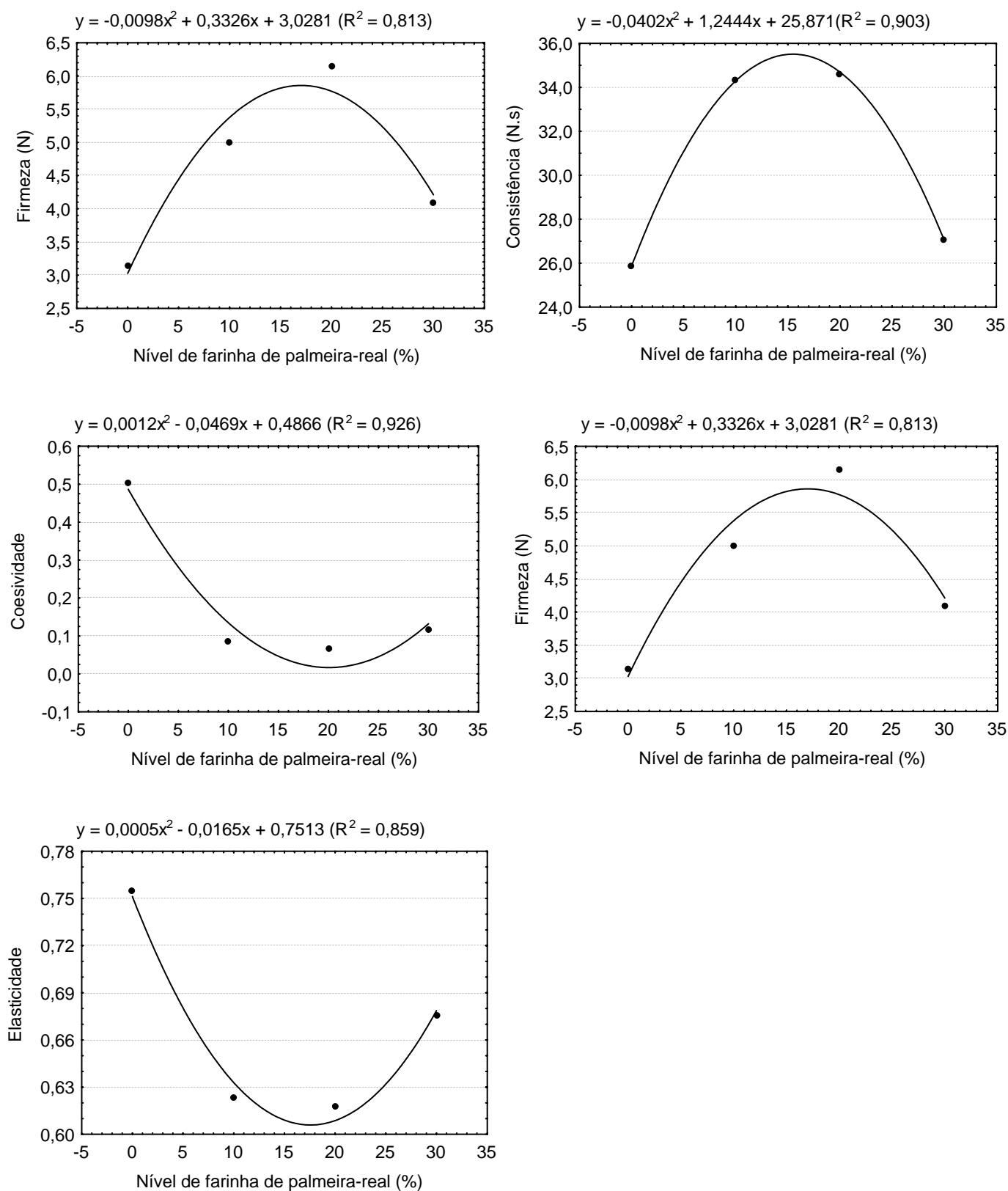


Figura 1 – Efeito de diferentes níveis de farinha de palmeira-real nas características de textura de amostras de massas de biscoitos sem glúten.

De acordo com Rosell; Rojas e Benedito de Barber (2001), as diferenças na absorção de água são principalmente causadas pelo grande número de grupos hidroxila, os quais estão presentes na estrutura da fibra e permitem a interação de mais água através de ligações de hidrogênio. Assim, a incorporação de fibras em produtos de panificação aumenta a capacidade de ligação de água, refletindo nas características de textura de amostras de massas, tal como apresentado nos resultados dessa pesquisa.

3.2.2 Biscoitos

As características físicas de biscoitos estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Efeito da incorporação da farinha de palmeira-real nas características físicas de biscoitos.

Paramêtros	Nível de farinha de palmeira-real em biscoitos sem glúten (%)			
	0	10	20	30
Peso (g)	11,88 ^a ± 0,02	11,22 ^b ± 0,06	9,47 ^c ± 0,01	8,23 ^d ± 0,03
Diâmetro (D) (cm)	5,87 ^a ± 0,13	5,03 ^b ± 0,08	4,86 ^c ± 0,04	4,52 ^d ± 0,08
Espessura (E) (cm)	0,90 ^c ± 0,05	1,08 ^a ± 0,04	1,01 ^b ± 0,02	0,95 ^c ± 0,01
Razão de expansão (D/E)	6,56 ^a ± 0,47	4,68 ^b ± 0,22	4,80 ^b ± 0,09	4,78 ^b ± 0,11
Rendimento	0,79 ^a ± 0,01	0,75 ^b ± 0,01	0,63 ^c ± 0,01	0,55 ^d ± 0,01
Volume específico [cm ³ (g) ⁻¹]	1,68 ^b ± 0,004	1,78 ^a ± 0,009	1,58 ^c ± 0,002	1,22 ^d ± 0,005
Força de fratura (N)	2,21 ^d ± 0,44	4,51 ^c ± 1,15	10,39 ^b ± 1,99	36,16 ^a ± 2,84
Firmeza (N)	5,21 ^d ± 0,07	12,59 ^c ± 1,35	21,70 ^b ± 1,13	55,29 ^a ± 0,31

Valores médios na mesma linha seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Valores médios ± DP de determinações em triplicata.

Em geral, a incorporação de farinha de palmeira-real diminuiu o peso, diâmetro, rendimento e volume específico dos biscoitos em relação ao controle. Esses efeitos aumentaram proporcionalmente ao aumento da quantidade de farinha de palmeira-real. A expansão de biscoitos pode ser afetada pela competição de ingredientes pela água

disponível (FUHR, 1962), além da utilização de farinhas sem glúten e ingredientes ricos em fibras na formulação. Farinhas ou outros ingredientes que absorvem água durante a mistura da massa poderão reduzir a razão de expansão. MacWatters (1978) relatou que a rápida distribuição de água para os sítios hidrofílicos durante a mistura aumentou a viscosidade da massa, limitando a expansão do biscoito. Esses resultados indicam que para se obter um biscoito com as mesmas dimensões do biscoito controle, as condições de processamento necessitariam ser variadas (ex. diâmetro do cortador).

Uma regressão linear múltipla significativa foi determinada entre os níveis de farinha de palmeira-real e a força de fratura ($y = 1,114x$, $R^2 = 0,730$, $p \leq 0,05$) ou firmeza ($y = 1,593x$, $R^2 = 0,851$, $p \leq 0,05$) (Tabela 3). A força de fratura inicial média é a medida de força de biscoitos. Diferenças significativas ($p \leq 0,05$) na força de fratura inicial e firmeza de biscoitos foram observadas entre biscoitos contendo diferentes concentrações de farinha de palmeira-real, sugerindo uma tendência específica com a quantidade de farinha adicionada. A incorporação de farinha de palmeira-real aumentou a firmeza de biscoitos em relação ao biscoito controle. Hosney e Rogers (1994) e McWatters et al. (2003) relataram que a firmeza de biscoitos é causada pela interação de proteínas e amido por ligações de hidrogênio e sua interação durante o desenvolvimento e assadura da massa.

Os parâmetros de cor L^* , a^* , b^* , Croma (C^*) e ângulo Hue (h) de biscoitos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros de cor de biscoitos suplementados com farinha de palmeira-real.

Amostras	L^*	a^*	b^*	Croma	Ângulo Hue
Biscoito 0 %	$36,44^a \pm 0,12$	$11,80^c \pm 0,06$	$25,96^b \pm 0,26$	$28,52^b \pm 0,22$	$65,54^a \pm 0,32$
Biscoito 10 %	$37,28^a \pm 1,17$	$14,17^a \pm 0,09$	$29,06^a \pm 0,15$	$32,33^a \pm 0,12$	$63,65^b \pm 0,81$
Biscoito 20 %	$36,72^a \pm 0,20$	$13,93^a \pm 0,04$	$27,69^a \pm 0,05$	$31,00^a \pm 0,06$	$63,29^b \pm 0,05$
Biscoito 30 %	$36,09^a \pm 1,89$	$12,08^b \pm 0,49$	$24,28^c \pm 1,69$	$27,42^b \pm 1,67$	$62,12^c \pm 0,87$

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).
Valores médios \pm DP de determinações em triplicata.

Uma das primeiras características sensoriais que é percebida pelos consumidores é a cor, que afeta diretamente a aceitabilidade dos produtos. Nenhum dos biscoitos apresentou diferenças quanto ao parâmetro de cor luminosidade (L^*). A cor dos biscoitos contendo 10 e 20 % (p/p) de farinha de palmeira-real não diferiram

significativamente ($p \leq 0,05$) e apresentaram maiores valores de a^* e b^* , indicando tonalidade mais vermelha e amarela que as outras formulações, respectivamente. A coloração mais intensa ou saturada (maior croma) foi observada nos biscoitos contendo 10 e 20 % de farinha de palmeira-real. As diferenças no croma devem-se à tonalidade mais amarela e vermelha dos biscoitos. Todas as formulações de biscoitos apresentaram ângulo Hue ao redor de 60, indicando que a cor dos mesmos foi mais marrom (ângulo hue = 40 – 75) que amarelo (ângulo hue = 90) ou laranja (ângulo hue = 45). Esses resultados refletem a inexistência de uma tendência nos parâmetros de cor de acordo com a incorporação de farinha de palmeira-real. Logo, não se pode afirmar que a farinha de palmeira-real afeta as características de cor dos biscoitos. As variações nas características de cor entre os biscoitos poderiam ser atribuídas às diferenças no conteúdo de pigmentos de seus ingredientes, tal como o açúcar mascavo, que não apresentava padronização.

4. Conclusão

A presença de farinha de palmeira-real melhorou a composição química dos biscoitos sem glúten, devido ao maior conteúdo de fibra alimentar e minerais e redução dos valores de carboidratos e energia. A adição de farinha de palmeira-real influenciou nas características físico-químicas de massas e biscoitos sem glúten. A análise do perfil de textura revelou que a adição de farinha de palmeira-real aumentou a força de fratura e firmeza de biscoitos, além de afetar as características de textura de massas contendo diferentes níveis de farinha de palmeira-real. Esses resultados revelaram que a farinha de palmeira-real pode ser utilizada para suplementação de biscoitos sem glúten, melhorando a disponibilidade de ingredientes funcionais aos consumidores celíacos.

Referências Bibliográficas

AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the AACC** (9th ed.). St Paul, MN: AACC, 1995.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. (18th ed.). Gaithersburg, M.D, USA, 2005.

ARSHAD, M.U.; ANJUM, F.M.; ZAHOOR, T. Nutritional assessment of cookies supplemented with defatted wheat germ. **Food Chemistry**, v. 102, p. 123-128, 2007.

ARENDT, E. K.; O'BRIEN, C. M.; SCHOBER, T.; GORMLEY, T. R.; GALLAGHER, E. Development of gluten-free cereal products. **Farm and Food**, v. 12, p. 21-27, 2002.

BOURNE, M. **Food texture and viscosity. Concept and measurements**. New York, NY: Academic Press, 2002.

ELKHALIFA, A.E.O.; SCHIFFLER, B.; BERNHARDT, R. Effect of fermentation on the functional properties of sorghum flour. **Food Chemistry**, v. 92, p. 1-5, 2005.

FAO/WHO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION. **Human Vitamin and Mineral Requirements**. FAO/WHO non-series publication. Rome: Food and Agriculture Organization, 2002.

FUHR, F.R. Cookie spread. It's effect on production and quality. **Baker' Digest**, v. 36, p. 56-60, 1962.

GALLAGHER, E. **The application of functional ingredients in short dough biscuits**. 2002. (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Department of Food Technology, University College Cork, Cork, Ireland.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, p. 143-152, 2004.

GIAMI, S.; ACHINEWHU, S.C.; IBAAKEE, C. The quality and sensory attributes of cookies supplemented with fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) seed flour. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 40, p. 613-620, 2005.

HOSENEY, R.C.; ROGERS, D.E. Mechanism of sugar functionality in cookies: the science of cookie and cracker production, Istedn. In: Faridi H (ed) **American Association of Cereal Chemists**, St. Paul, MN, p. 203-225, 1994.

INDRIANI, D.; RAO, V. Rheological characteristics of wheat flour dough as influenced by ingredients of parotta. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 100-105, 2007.

KASARDA, D. D. Grains in relation to celiac disease. **Cereal Foods World**, v. 46, n.5, p. 209-210, 2001.

KRÜGER, C.C.H.; COMASSETTO, M.C.G.; CANDIDO, L.M.B.; BALDINI, V.L.S.; SANTTUCCI, M.C.; SGARBIERI, V.C. Biscoito tipo “cookie” e “snack” enriquecidos, respectivamente com caseína obtida por coagulação enzimática e caseinato de sódio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.1, p.81-86, 2003.

MCWATTERS, K.H. Cookie baking properties of defatted peanut, soybean, and field pea flours. **Cereal Chemistry**, v. 55, p. 853–863, 1978.

MCWATTERS, K.H.; OUEDRAOGO, J.B.; RESURRECTION, A.V.A.; HUNG, Y.C.; PHILIPS, R.D. Physical and sensory characteristics of sugar cookies containing mixtures of wheat, fonio (*Digitaria exilis*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) flours. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 38, p. 403–410, 2003.

ÖZTÜRK, S.; ÖZBOY, O.; CAVIDOGLU, I.; KÖKSEL, H. Effects of brewers spent grain on the quality and dietary fiber content of cookies. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 108, p. 23–27, 2002.

ROOPA, B.S.; BHATTACHARYA, S. Alginate gels: I. characterization of textural attributes. **Journal of Food Engineering**, v. 85, p. 123-131, 2008.

ROSELL, C. M.; ROJAS, J. A.; BENEDITO DE BARBER. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. **Food Hydrocolloids**, v. 15, p. 75–81, 2001.

SILVA, M.R.; SILVA, M.S.; MARTINS, K.A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 176-182, 2001.

SINGH, B.; BAJAJ, M.; KAUR, A.; SHARMA, S.; SIDHU, J.S. Studies on the development of high protein biscuits from composite flours. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 43, n.2, p. 181-189, 1993.

THOMPSON, T. Folate, iron, and dietary fiber contents of gluten-free diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 100, p. 1389-1396, 2000.

TOSI, E.A.; CIAPPINI, M.C.; MONASCIARELLI, R. Utilizacion de la harina integral de amaranto (*Amaranthus cruentus*) en la fabricacion de galletas para celíacos. **Alimentaria**, v. 49, p. 49-51, 1996.

TYAGI, S.K.; MANIKANTAN, M.R.; OBEROI, H.S.; KAUR, G. Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. **Journal of Food Engineering**, v. 80, p. 1043-1050, 2007.

VIEIRA, M.A. **Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) e desenvolvimento de biscoito fibroso**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

VIEIRA, M.A.; TRAMONTE, K.C.; PODESTÁ, R.; AVANCINI, S.R.P.; AMBONI, R.D.M.C.; AMANTE, E.R. Physicochemical and sensory characteristics of cookies containing residue from king palm (*Archontophoenix alexandrae*) processing. **International Journal of Food Science and Technology**, 2007. doi:10.1111/j.1365-2621.2007.01568.x.

CAPÍTULO 4

Biscoitos sem glúten a base de farinha de palmeira-real: avaliação sensorial por consumidores celíacos

Biscoitos sem glúten a base de farinha de palmeira-real: avaliação sensorial pelo consumidor celíaco

Gluten-free cookies based on king palm flour: sensorial evaluation by celiac consumers

Karina N. Simas ^a, Leila do N. Vieira ^a, Manoela A. Vieira ^a, Cristiane M. Pagliosa ^a,
Iolanda M.D.A. Silva ^b, Edna R. Amante ^a, Evanilda Teixeira ^a, Maurício S. Reis ^c,
Renata D.M.C. Amboni ^{a*}.

^a Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Santa Catarina. Rodovia Admar Gonzaga, 1.346 – 88034-001 – Itacorubi, Florianópolis, SC/
Brasil

^b Departamento de Química e Engenharia de Alimentos – Universidade Federal de Santa Catarina

^c Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo

Na literatura científica existem poucos trabalhos que desenvolvem novos produtos sem glúten e realizam testes sensoriais com consumidores celíacos. O objetivo desse estudo foi avaliar a preferência, aceitabilidade global e intenção de consumo de biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real. Os testes sensoriais foram realizados com consumidores celíacos cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil de Santa Catarina (ACELBRA-SC). Biscoitos sem glúten contendo 10, 20 e 30 % de farinha de palmeira-real foram avaliados através de um teste ordenação preferência por 21 consumidores. A aceitabilidade global e intenção de consumo *in home* do biscoito preferido foram avaliados por 101 consumidores, utilizando escala hedônica e escala de atitude de cinco pontos, respectivamente. Um questionário com questões em relação às características socioeconômicas e demográficas, história médica e frequência de consumo de algumas fontes de fibras alimentares foi utilizado para auxiliar no recrutamento dos consumidores e estabelecer correlações com os resultados dos testes sensoriais. Biscoitos contendo 10 e 30 % de farinha de palmeira-real apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) quanto à preferência. A aceitabilidade global do biscoito contendo 20 % de farinha de palmeira-real foi de $4,50 \pm 0,69$ e a intenção de consumo foi de $4,30 \pm 0,60$, o que caracteriza a amostra como aceitável. Não foram evidenciadas correlações entre preferência e grau de aceitabilidade do biscoito e as características socioeconômicas/demográficas dos consumidores celíacos.

Palavras-chave: farinha de palmeira-real, biscoitos, sem glúten, fibra alimentar, consumidores celíacos, teste ordenação preferência, teste aceitabilidade global, intenção de consumo.

Abstract

In the scientific literature there are few works that develop new gluten-free products and perform sensory tests with celiac consumers. The objective this study was to evaluate the preference, overall acceptability and consumption intent of gluten free cookies supplemented with king palm flour. The sensory tests were performed with celiac consumers registered in the Brazilian Celiac Foundation of Santa Catarina (ACELBRA-SC). Gluten-free cookies containing 10, 20 and 30% of king palm flour were evaluated through a preference ranking test by twenty one consumers. The overall acceptability and consumption intention in home of preferred cookie were evaluated by one hundred and one consumers, using hedonic and attitude scales of five points, respectively. A questionnaire with questions in relation to socioeconomic/demographic characteristics, medical history and consumption frequency of some food sources of dietary fibers was used help in the recruitment of the consumers and establish correlations with the results of sensory tests. Cookies containing 10 and 30% of king palm flour presented significant differences ($p \leq 0.05$) as the preference. The overall acceptability of cookie containing 20% of king palm flour was 4.50 ± 0.69 and the consumption intent was 4.30 ± 0.60 , which characterize the samples as acceptable. It was not evidenced correlations between preference and acceptability degree of cookie and the socioeconomic/demographic characteristics of celiac consumers.

Keywords: king palm flour, cookies, gluten-free, dietary fiber, celiac consumers, preference ranking test, overall acceptability, consumption intent.

1. Introdução

A doença celíaca é uma patologia autoimune que afeta o intestino delgado de indivíduos predispostos geneticamente pela exposição ao glúten. A ingestão de glúten causa atrofia das vilosidades da mucosa intestinal, causando má absorção dos nutrientes, dentre eles vitaminas e sais minerais (LAURIN; WOLVING; FALTH-MAGNUSSON, 2002). Essa doença é caracterizada por fortes respostas imunológicas a certas seqüências de aminoácidos encontradas na fração de prolamina presente no trigo (gliadina), centeio (secalina), cevada (hordeína) (MURRAY, 1999) e seus híbridos, tais como *kamut* e *triticale* (KISKINI et al., 2007).

Murray (1999) conclui que a doença celíaca é o resultado final de três processos (predisposição genética, fatores ambientais e inflamação baseada nas reações imunológicas), que culmina no dano da mucosa intestinal. O único tratamento efetivo para doença celíaca consiste na adesão a uma dieta isenta de glúten por toda a vida (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

Estudos epidemiológicos têm apresentado que a prevalência de doença celíaca tem sido significativamente subestimada (ASCHER; KRISTIANSSON, 1997; FASANO; CATASSI, 2001). De acordo com Pereira e Pereira Filho (2006) a doença celíaca afeta cerca de 1/100 – 1/300 pessoas da população adulta mundial, com uma relação de duas mulheres para cada homem. Uma das maiores incidências da doença celíaca (1/200 – 1/300) foi encontrada na Suécia (GRODINSKY, 1992), Itália (CATASSI et al., 1994) e Irlanda (STEVENS, 1987). No Brasil, a prevalência de doença celíaca em doadores de sangue da cidade de São Paulo foi de 1/214 (OLIVEIRA, 2005), da cidade de Brasília 1/681 (GANDOLFI et al., 2000) e da cidade de Ribeirão Preto foi de 1/273 pessoas (MELO, 2003).

A prevalência elevada de doença celíaca é contrastada com a baixa oferta de produtos sem glúten, sendo que alguns desses produtos disponíveis no mercado ainda são pobres em qualidade e sabor (CASE, 2005). O enriquecimento de produtos de panificação sem glúten com fibras alimentares tem se mostrado necessário, já que pacientes celíacos geralmente tem uma baixa ingestão de fibras atribuída à dieta sem glúten (THOMPSON, 2000).

Uma dieta contendo quantidades moderadas de cereais, frutas e vegetais, possivelmente, fornece requerimento adequado de fibras. Devido ao fato que produtos sem glúten geralmente não são enriquecidos/fortificados e são frequentemente

preparados de farinha refinada e/ou amido, estes produtos não contém os mesmos níveis de nutrientes que aqueles contendo glúten (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

Fibra alimentar consiste nas partes comestíveis de plantas e análogos de carboidratos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado humano com a fermentação completa ou parcial no intestino grosso (AACC, 2001). O consumo de fibras fornece uma variedade de benefícios à saúde e apresenta um importante papel na dieta humana (SUDHA; VETRIMANI; LEELAVATHI, 2007). Nos últimos anos, tem havido uma tendência dos consumidores a serem mais conscientes em relação à saúde e a procurar alimentos com propriedades funcionais, adicionais aos seus valores nutritivos (HEKMAT; REID, 2006).

A farinha de palmeira-real, obtida dos resíduos do processamento da palmeira-real, é uma interessante fonte de fibra alimentar (65,42 %), principalmente fibra insolúvel (63,05 %) (VIEIRA et al., 2007) e fonte de minerais como potássio, cálcio, magnésio e ferro (VIEIRA, 2006).

Biscoitos são produtos de panificação muito populares, consumidos por quase todos os níveis da sociedade. Isso se deve principalmente por sua facilidade de consumo, boa qualidade nutricional e disponibilidade em diferentes variedades, além de apresentar custo acessível (SUDHA; VETRIMANI; LEELAVATHI, 2007). O número desses produtos sem glúten no mercado ainda é baixo, assim, o desenvolvimento de biscoitos sem glúten com a adição de farinha de palmeira-real é desejável e oportuno.

Existe um número limitado de artigos que relatam o desenvolvimento de produtos de panificação sem glúten e que realizam análise sensorial com consumidores celíacos (MUKAI et al., 1979; ORMENESE et al., 2001; GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004). Isso pode subestimar os resultados do estudo, devido principalmente aos hábitos alimentares diferenciados. As características sensoriais dos alimentos precisam ser consideradas dentro do contexto das demais variáveis que interferem na aceitabilidade e consumo de determinados produtos, tais como segurança e conveniência (KATINA et al., 2005). Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a preferência e aceitabilidade global de biscoitos sem glúten, contendo diferentes níveis de farinha de palmeira-real, por consumidores celíacos.

2. Material e métodos

2.1 Preparação dos biscoitos sem glúten

Os biscoitos foram preparados pela substituição de 10, 20 ou 30 % (p/p) da mistura de farinha de arroz e amido de milho por farinha de palmeira-real. As amostras de biscoitos foram preparadas pela mistura dos ingredientes, conforme descrito no Capítulo 3, item 2.3. A composição química dos biscoitos contendo diferentes níveis de farinha de palmeira-real está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química de biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real (base seca).

Componentes ^a	Nível de farinha de palmeira-real em biscoitos sem glúten (%)		
	10	20	30
Umidade (g/100g)	5,39 ^b ± 0,02	5,53 ^a ± 0,04	5,13 ^c ± 0,01
Cinzas (g/100g)	1,50 ^b ± 0,07	1,92 ^a ± 0,08	1,89 ^a ± 0,07
Proteína (g/100g)	3,99 ^a ± 0,03	3,80 ^b ± 0,06	3,69 ^c ± 0,06
Lipídeo (g/100g)	18,56 ^a ± 0,06	18,29 ^b ± 0,02	18,31 ^b ± 0,01
Fibra alimentar total (g/100g)	3,41 ^c ± 0,2	6,82 ^b ± 0,05	9,04 ^a ± 0,3
Fibra alimentar solúvel (g/100g)	0,45 ^c ± 0,02	0,54 ^b ± 0,05	0,80 ^a ± 0,01
Fibra alimentar insolúvel (g/100g)	2,95 ^c ± 0,2	6,28 ^b ± 0,1	8,24 ^a ± 0,3
Carboidrato ^b (g/100g)	67,15 ^a ± 0,16	63,64 ^b ± 0,24	61,94 ^c ± 0,16
Energia (Kcal/100g)	451,60 ^a ± 0,44	434,37 ^b ± 0,21	427,31 ^c ± 1,01
Cálcio (mg/100g)	47,39 ^c ± 1,75	71,91 ^b ± 1,42	106,28 ^a ± 0,45
Magnésio (mg/100g)	170,61 ^c ± 0,38	185,01 ^b ± 1,89	222,96 ^a ± 0,95
Potássio (mg/100g)	426,26 ^c ± 0,96	577,94 ^b ± 3,73	655,09 ^a ± 8,37
Ferro (mg/100g)	3,94 ^c ± 0,0003	4,68 ^b ± 0,08	5,68 ^a ± 0,10
Zinco (mg/100g)	0,99 ^b ± 0,001	1,02 ^b ± 0,08	1,09 ^a ± 0,04
Manganês (mg/100g)	1,25 ^c ± 0,003	1,31 ^b ± 0,003	1,53 ^a ± 0,03
Cobre (mg/100g)	0,11 ^a ± 0,01	0,06 ^b ± 0,00007	0,04 ^c ± 0,0003

Valores médios na mesma linha seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Valores médios ± DP de determinações em triplicata. ^a Composição química determinada de acordo com os métodos da AOAC (2005). ^b por diferença.

2.1.1 Detecção de glúten

O teor de glúten das amostras foi determinado pelo teste imunoenzimático ELISA através do método 991.19 da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). As análises foram realizadas com o Gluten Lab Kit da *Medical Innovations Limited* (Austrália), em duplicata, com diluições de 1/5 para as amostras e 1/50 para os amidos controle. Dez gramas de amostra de biscoito triturado foram diluídas em 10 mL de solução alcoólica 40 % e distribuídos em microplaca contendo poços de ELISA. A solução foi incubada por 30 minutos à temperatura ambiente (25 ± 1 °C) e enxaguada duas vezes consecutivas. Adicionou-se o anticorpo anti-gliadina conjugado e a solução foi novamente incubada por 30 minutos. A solução foi enxaguada duas vezes, adicionada de solução substrato e incubada por 30 minutos. Adicionou-se solução inibidora e realizou-se a diluição com água destilada para a leitura através de espectrofotometria ($\lambda = 414$ nm).

2.2 Consumidores

O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (Protocolo nº 034/07 – Anexo B) e todos os consumidores assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes da participação (Apêndice A).

O critério de inclusão para o recrutamento do grupo alvo para os testes sensoriais de ordenação preferência e aceitabilidade global foi definido como: pessoas celíacas (homens e mulheres) com idade superior a 15 anos, que não apresentassem diabetes e nenhuma alergia a algum ingrediente utilizado na formulação dos biscoitos, além da intenção de consumo de biscoitos com adição de uma nova fonte de fibras alimentares.

O recrutamento dos consumidores foi realizado em dois estágios. No primeiro estágio, pessoas celíacas foram convidadas a participar da pesquisa nas reuniões da Associação dos Celíacos do Brasil, Santa Catarina (ACELBRA-SC) e através do jornal da Associação, com informações do teste sensorial (dia, horário e local) e objetivos da pesquisa.

No segundo estágio, cartas foram enviadas pelo correio para 384 pessoas celíacas de diferentes cidades do Estado de Santa Catarina registradas na ACELBRA-SC para convidar a participar de um teste de aceitabilidade global e intenção de

consumo *in home* (Apêndice B). Aproximadamente 26 % dos celíacos convidados confirmaram a sua participação voluntária.

Junto com os testes sensoriais, um questionário foi enviado aos participantes com intuito de obter informações sobre perfil socioeconômico e demográfico e hábitos de consumo de consumidores celíacos. Apenas os indivíduos que atenderam os critérios de inclusão e que retornaram o questionário preenchido compuseram a amostra.

2.3 Questionário

Um questionário auto-preenchido com questões semi-estruturadas foi desenvolvido (Apêndice C). Este questionário foi previamente validado em estudo piloto com 26 consumidores celíacos com diferentes níveis de educação, variando do ensino fundamental à graduação. O questionário incluía questões relacionadas às características socioeconômicas e demográficas (idade, sexo, renda familiar e educação), história médica (presença de diabetes e alergias) e frequência de consumo de algumas fontes de fibras alimentares. A frequência de consumo das principais fontes de fibra alimentar foi determinada utilizando escala de cinco categorias variando de nunca a diariamente. O questionário foi utilizado para auxiliar no recrutamento de consumidores e estabelecer correlações com os dados dos testes sensoriais.

2.4 Testes de consumidor

O experimento foi conduzido entre abril e outubro de 2007. Os testes de consumidor foram realizados de acordo com os métodos descritos por Meilgaard, Civille e Carr (2007) para avaliar a preferência, aceitabilidade global e intenção de consumo de amostras de biscoitos sem glúten.

Os testes de consumidores foram realizados em duas etapas. Na primeira etapa, biscoitos sem glúten contendo 10, 20 e 30 % de farinha de palmeira-real foram avaliados por 21 consumidores celíacos não treinados (amostra de conveniência), com idade de 20 a 69 anos, através de teste ordenação preferência. O objetivo desse teste foi avaliar a preferência de consumidores celíacos de acordo com a incorporação de farinha de palmeira-real, principalmente, porque os hábitos alimentares desses consumidores são bastante diferenciados e produtos sem glúten enriquecidos com fibra alimentar não são comuns no mercado. Por consequência, o biscoito controle (0 % de farinha de

palmeira-real) não foi utilizado para este teste. Esta avaliação foi realizada em uma reunião da ACELBRA-SC no Centro de Estudos do Hospital Infantil Joana de Gusmão, Florianópolis, SC. A ordem de apresentação das amostras foi através de delineamento experimental de blocos completos balanceados. As amostras foram apresentadas em pratos plásticos brancos e identificadas com códigos de três dígitos. Após explicação oral das regras do teste ordenação preferência, os consumidores celiacos avaliaram a preferência entre três amostras de biscoitos contendo diferentes níveis de farinha de palmeira-real, utilizando nota 1 (amostra preferida) a 3 (amostra menos preferida), baseado na impressão global (Anexo C). Água mineral foi distribuída aos participantes para a limpeza do palato entre uma amostra e outra.

Na segunda etapa, 101 consumidores celiacos (26 % dos consumidores convidados) participaram dos testes sensoriais de aceitabilidade global e intenção de consumo *in home* da amostra de biscoito sem glúten selecionada pelo teste anterior.

As amostras, devidamente embaladas e identificadas com códigos numéricos de três dígitos (Figura 1), foram enviadas pelo correio para os participantes do teste, juntamente com o documento de consentimento do Comitê de Ética de Pesquisas com Seres Humanos, a ficha de avaliação do produto (Anexo D) e instruções para a realização da análise sensorial (Apêndice D).



Figura 1 – Fotografia dos biscoitos embalados e enviados pelo correio ao consumidor celiaco.

Uma escala hedônica de cinco pontos, ancorada nos extremos “1 – desgostei muitíssimo” e “5 – gostei muitíssimo”, foi utilizada para realização do teste de aceitabilidade global *in home* (AKUBOR; BADIFU, 2004; MCCARTHY et al., 2005; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007). Esta escala foi utilizada ao invés da tradicional escala de nove pontos, para facilitar o seu entendimento, principalmente

porque o grupo de celíacos é heterogêneo (AKUBOR; BADIFU, 2004; MCCARTHY et al., 2005; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

Os consumidores também avaliaram a intenção de consumo da mesma amostra utilizando uma escala de atitude de cinco pontos. As categorias de respostas variaram de “1 – nunca comeria” a “5 – comeria todos os dias” (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

2.5 Análise estatística

O resultado do teste ordenação preferência foi analisado pelo teste não paramétrico de Friedman (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007) e os dados da aceitabilidade global e intenção de consumo foram expressos como média \pm desvio padrão (DP). Análise de correlação linear simples foi utilizada para determinar a relação entre os dados do questionário (idade, renda familiar e tempo de descoberta da doença celíaca) e a preferência e notas da aceitabilidade. O teste de contingência Qui-quadrado foi utilizado para determinar se a frequência das notas do teste de aceitabilidade foi independente das características socioeconômicas e demográficas dos consumidores celíacos. A frequência de consumo de alimentos fontes de fibra dietética foi também determinada. Os resultados foram processados através do *software Statistica* versão 6.0.

3. Resultados e Discussão

3.1 Perfil dos consumidores

A descrição do perfil de consumidores celíacos está apresentada na Tabela 2. Em ambos os testes sensoriais os consumidores foram principalmente do sexo feminino, confirmando as estatísticas que demonstram a maior prevalência da doença celíaca entre as mulheres (PEREIRA; PEREIRA FILHO, 2006). Os consumidores do teste ordenação preferência apresentaram maior frequência de idade entre 15 e 24 anos (24 %), 45 e 54 anos (24 %) e maior que 55 anos (24 %). O mesmo resultado não foi evidenciado no teste de aceitabilidade global. Nesse teste, a maior frequência de idade foi entre 15 e 24 anos (26 %) e de 35 a 44 anos (24 %). A maioria dos consumidores apresentou escolaridade de ensino médio a universitário (graduação) em ambos os testes sensoriais.

A renda familiar dos consumidores do teste ordenação preferência apresentou proporções similares em relação as diferentes categorias, exceto para renda maior que R\$ 7.001,00 (5 %). A maior distribuição de renda para o teste aceitabilidade ficou entre R\$ 350,00 a 3.500,00 (66 %).

Tabela 2 – Perfil descritivo de consumidores celíacos participantes da pesquisa, ACELBRA/SC.

Ordenação preferência			Aceitabilidade global		
Sócio-demográficos	n ^a	%	Sócio-demográficos	n ^b	%
<i>Sexo</i>			<i>Sexo</i>		
Masculino	3	14	Masculino	17	17
Feminino	18	86	Feminino	84	83
<i>Idade</i>			<i>Idade</i>		
15 - 24.9 anos	5	24	15 - 24.9 anos	27	26
25 – 34.9 anos	4	19	25 – 34.9 anos	15	15
35 – 44.9 anos	2	9	35 – 44.9 anos	24	24
45 – 54.9 anos	5	24	45 – 54.9 anos	18	18
> 55 anos	5	24	> 55 anos	18	17
<i>Escolaridade</i>			<i>Escolaridade</i>		
Ensino fundamental ou menos	3	14	Ensino fundamental ou menos	7	7
Ensino médio	8	38	Ensino médio	33	33
Graduação	8	38	Graduação	44	43
Pós-graduação	2	10	Pós-graduação	17	17
<i>Renda familiar ^c</i>			<i>Renda familiar ^d</i>		
R\$ 350,00 a 1.750,00	7	39	R\$ 350,00 a 1.750,00	37	39
R\$ 1.751,00 a 3.500,00	5	28	R\$ 1.751,00 a 3.500,00	26	27
R\$ 3.501,00 a 7.000,00	5	28	R\$ 3.501,00 a 7.000,00	18	19
> R\$ 7.001,00	1	5	> R\$ 7.001,00	14	15

n: número de consumidores celíacos, ^a n = 21, ^b n = 101, ^c n = 18, ^d n = 95

3.2 Testes de consumidor

As frequências de consumo de alimentos fontes de fibra alimentar, obtida com o questionário aplicado nos testes sensoriais, estão apresentadas na Tabela 3. As percentagens da frequência de consumo demonstram que frutas (49,54 %), verduras cruas (54,21 %) e cozidas (27,10 %) e feijão (28,30 %) foram as principais fontes de fibra alimentar presentes diariamente na dieta do consumidor celíaco.

Sabe-se que fatores sociais e hábitos alimentares da família podem contribuir para o padrão de consumo individual, influenciando sobre o consumo de frutas e vegetais. O conhecimento das propriedades antioxidantes de compostos presentes em frutas e vegetais tem contribuído, também, para o aumento de seu consumo, principalmente pela relação destes à prevenção de doenças cardiovasculares e câncer (LINDSTRÖM et al., 2001).

Dentre os produtos de panificação, os pães e biscoitos preparados com amido de milho, féculas de batata ou mandioca, polvilho doce ou azedo e farinha de arroz apresentaram a maior frequência de consumo diário, 39,62 % e 15,24 %, respectivamente, confirmando a baixa disponibilidade de produtos contendo farinhas e ingredientes fontes de fibras.

As principais fontes de fibra alimentar que poderiam ser incorporadas em produtos de panificação, tais como linhaça, quinoa, soja e derivados tiveram baixa frequência de consumo, variando de nunca a raramente, assim como os biscoitos integrais. Resultados similares foram identificados para a frequência de consumo de pães e biscoitos preparados com a adição de farinhas de amaranto, milho, soja e quinoa, devido principalmente à baixa oferta desses produtos no mercado.

Na década passada, o uso de pseudocereais, tais como quinoa e amaranto, obteve um aumento, não somente nas dietas especiais para pessoas alérgicas aos cereais, mas também nas dietas saudáveis (GORINSTEIN et al., 2006). Embora o consumo de pseudocereais tenha aumentado, produtos sem glúten com adição desses ingredientes ainda são caros e difíceis de encontrar nos mercados brasileiros, o que poderia justificar os resultados apresentados.

O consumo de grãos, cereais e farinhas sem glúten enriquecidas e fortificadas, pães e massas desenvolvidos com estas farinhas deve ser estimulado ao consumidor celiaco, principalmente para aumentar a ingestão de alimentos fontes de fibra alimentar, ferro e folato, devido ao baixo consumo e absorção destes nutrientes (THOMPSON, 2000).

Tabela 3 – Frequência de consumo (%) de alimentos sem glúten fontes de fibra alimentar por consumidores celíacos, ACELBRA/SC.

Alimento	Nunca	Raro	1-2x/semana	3-4x/semana	Diário
Fruta	0,92	12,84	16,52	20,19	49,54
Verdura crua	1,87	9,35	9,35	25,23	54,21
Verdura cozida	0,93	11,21	25,23	35,51	27,10
Arroz integral	35,24	29,52	12,38	8,57	14,29
Barras de cereais	66,67	25,49	5,88	0,98	0,98
Linhaça	51,96	31,37	5,88	4,90	5,88
Milho natural	9,90	58,42	21,78	9,90	0,00
Quinoa	77,00	17,00	3,00	1,00	2,00
Ervilha natural	29,00	55,00	15,00	1,00	0,00
Feijão	0,94	5,66	33,96	31,13	28,30
Lentilha	28,16	50,49	20,39	0,00	0,97
Soja	53,33	38,10	4,76	1,90	1,90
Proteína Texturizada de soja	54,37	27,18	15,53	1,94	0,97
Pão de farinhas de amaranto, milho, soja ou quinoa	37,11	36,08	9,28	6,18	11,34
Pão de amido de milho, féculas de batata ou mandioca, polvilho doce ou azedo e farinha de arroz.	5,66	13,21	26,41	15,09	39,62
Biscoitos de farinhas de amaranto, milho, soja ou quinoa.	37,00	39,00	13,00	7,00	4,00
Biscoitos de amido de milho, fécula de batata ou mandioca, polvilho doce ou azedo e farinha de arroz.	1,90	34,29	30,48	18,10	15,24
Biscoitos integrais	46,60	34,95	11,65	6,79	0,00

A intenção de consumo de biscoitos sem glúten enriquecidos com fibras foi referida pela maioria dos consumidores celíacos, com comentários positivos, denotando

a importância da ingestão de fibras alimentares e a escassez destes produtos no mercado. Os principais comentários estão apresentados abaixo.

“As fibras são muito importantes para o organismo e para a saúde humana.”

“Alimentação de pessoas celíacas é pobre em fibra alimentar.”

“O consumo de fibras é muito importante para a saúde intestinal e prevenir o desenvolvimento de câncer e tumores intestinais.”

“Os consumidores celíacos não têm muitas opções e variedade de alimentos, principalmente para os lanches.”

“Alimentos sem glúten ricos em fibras alimentares são difíceis de encontrar, embora as pessoas celíacas necessitem mais desse nutriente.”

“Eu não como usualmente produtos integrais e gostaria de comprar esse produto.”

“Os produtos sem glúten são sempre preparados com os mesmos ingredientes.”

“Esse biscoito seria uma nova alternativa para os lanches, com a vantagem do enriquecimento com fibra alimentar.”

O resultado do teste sensorial ordenação preferência está apresentado na Tabela 4. Cabe ressaltar que todas as formulações de biscoitos não apresentaram glúten em sua composição, estando conforme os padrões previstos pelo *Codex alimentarius* (< 200 ppm).

De acordo com o teste de Friedman, houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as amostras de biscoitos contendo 10 e 30 % de farinha de palmeira-real. Entretanto, as melhores notas do teste ordenação preferência foram atribuídas aos biscoitos contendo as menores concentrações de farinha de palmeira-real. Assim, os biscoitos preferidos foram aqueles com adição de 10 e 20 % de farinha de palmeira-real. A escolha de alimentos depende de muitos fatores, que de diferentes maneiras devem influenciar o comportamento humano, resultando na escolha de algum e rejeição de outro produto (BABICZ-ZIELINSKA, 1999). Esse resultado confirmou a influência dos hábitos alimentares de consumidores celíacos, os quais não estão familiarizados com produtos de panificação enriquecidos com fibra alimentar.

Tabela 4 – Distribuição de notas (%) de acordo com a preferência de consumidores celíacos ($n = 21$) na análise sensorial de biscoitos sem glúten suplementados com farinha de palmeira-real, ACELBRA/SC.

Amostras ^a	Notas ^b			Soma das ordens ^c
	1	2	3	
A	15 (71,43 %)	4 (19,05 %)	2 (9,52 %)	29 ^a
B	4 (19,05 %)	14 (66,67 %)	3 (14,28 %)	41 ^{ab}
C	2 (9,52 %)	3 (14,28 %)	16 (76,20 %)	56 ^b

^a A: biscoito contendo 10 %; B: biscoito contendo 20 %; C: biscoito contendo 30 % de farinha de palmeira-real. ^b 1 = amostra mais preferida; 2 = intermediária; 3 = amostra menos preferida. ^c Soma das ordens de cada amostra = (1 x número de notas 1) + (2 x número de notas 2) + (3 x número de notas 3). Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são estatisticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Correlações foram estudadas para identificar se fatores como idade, renda familiar e tempo de descoberta da doença celíaca (Tabela 2) influenciariam sobre os resultados do teste ordenação preferência. Os coeficientes de correlação para idade ($r = -0,219$), renda familiar ($r = -0,202$, $n = 18$) e tempo de descoberta da doença ($r = 0,178$) em relação à preferência do consumidor foi baixo, indicando a ausência de correlações entre esses fatores.

Como não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre a preferência dos biscoitos com 10 e 20 % de farinha de palmeira-real pelos consumidores celíacos, o biscoito contendo a maior concentração da farinha (20 %) foi o selecionado para o teste de aceitabilidade global.

O biscoito contendo 20 % de farinha de palmeira-real recebeu nota alta ($4,50 \pm 0,63$) para aceitabilidade global. A maioria dos consumidores classificou a amostra entre as notas 4 e 5 (Figura 2) na escala hedônica (“gostei e gostei muitíssimo”), resultando em nota média considerada aceitável. A menor nota recebida foi de 2 (desgostei) somente por um consumidor. Nos últimos anos, os consumidores demonstraram que existe uma tendência à consciência mais saudável em relação a alimentos e à procura de produtos com propriedades funcionais, adicionais ao valor nutricional (HEKMAT; REID, 2006). Assim, as informações sobre a farinha de palmeira-real como fonte de fibra alimentar poderiam influenciar a aceitabilidade dos biscoitos avaliados. De acordo com Vieira et al. (2007) nove formulações de biscoitos com glúten contendo diferentes concentrações de farinha de palmeira-real (0 a 25 %)

apresentaram notas de aceitabilidade maiores que a média mínima aceitável, 7 (gostei moderadamente), utilizando escala hedônica de nove pontos.

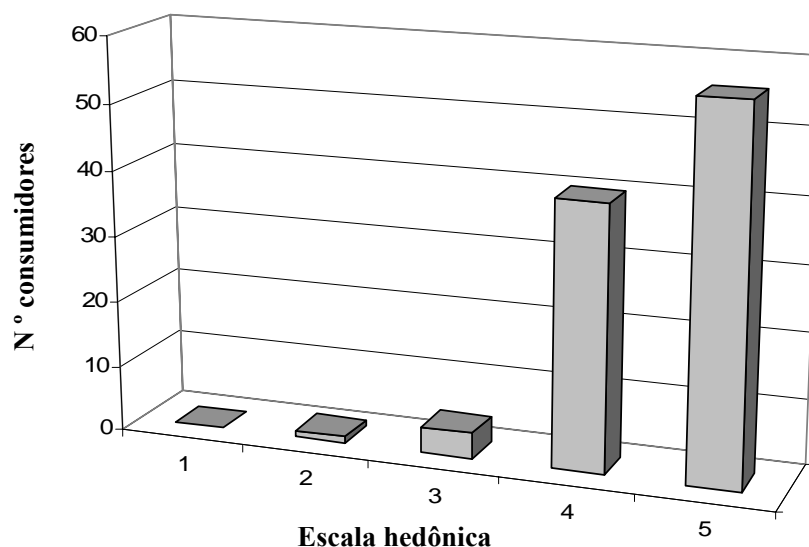


Figura 2 – Frequência de notas da aceitabilidade global de biscoito sem glúten contendo 20 % de farinha de palmeira-real de acordo com escala hedônica de cinco pontos “1 – Desgostei muitíssimo, 2- Desgostei, 3 – Indiferente, 4 – Gostei, 5 – Gostei muitíssimo.”

No teste de aceitabilidade global, correlações também foram determinadas entre os mesmos fatores avaliados para o teste ordenação preferência. Como no primeiro teste sensorial, os fatores de idade ($r = 0,253$), renda familiar ($r = -0,308$) e tempo de descoberta da doença ($r = -0,083$) não foram significativamente correlacionados com as notas da aceitabilidade. Logo, as características socioeconômicas/demográficas do consumidor e a maior familiaridade com produtos sem glúten não apresentaram influência na aceitabilidade de biscoito contendo 20 % de farinha de palmeira-real.

De acordo com Case (2005) alterações nos hábitos alimentares e a adaptação a um novo estilo de vida sem glúten pode ser um enorme desafio para a maioria das pessoas celíacas por muitas razões. Um estudo desenvolvido com 3.408 portadores de doença celíaca avaliou o impacto da dieta sem glúten sobre o estilo de vida e qualidade das informações sobre a dieta. Os principais problemas evidenciados pelos celíacos, em relação à manutenção de uma dieta sem glúten, foram as alterações no estilo de vida, dificultando viagens e refeições fora de casa. Além disso, a dificuldade em encontrar produtos sem glúten, especialmente aqueles de boa qualidade, a segurança destes em relação à contaminação por glúten e mudanças no convívio social em função da dieta

específica, foram também consideradas importantes dificuldades enfrentadas por indivíduos celíacos (ZARKADAS et al., 2006).

A distribuição das variáveis socioeconômicas e demográficas por notas do teste de aceitabilidade global (Tabela 5) foi avaliada pelo teste Qui-quadrado de contingência e nenhuma associação significativa entre esses fatores foi identificada. Esses resultados indicaram que os fatores analisados (sexo, idade, renda familiar, educação e tempo de descoberta da doença) são variáveis independentes e apresentaram proporções similares em cada categoria estudada.

A intenção de consumo, avaliada através da escala de atitude de cinco pontos, foi de $4,30 \pm 0,69$, indicando que os consumidores celíacos possuem a intenção de consumir os biscoitos contendo 20 % de farinha de palmeira-real entre frequentemente e todos os dias. Entretanto, muito consumidores celíacos informaram que o preço é um importante fator que influencia a decisão de compra deste tipo de produto. É interessante observar que a farinha de palmeira-real é obtida de resíduos do processamento da palmeira-real e, estes ainda são pouco valorizados, o que poderia contribuir para a minimização dos custos na produção de biscoitos sem glúten.

Tabela 5 – Frequência de notas do teste aceitabilidade global de acordo com as características socioeconômicas e demográficas de consumidores celíacos, ACELBRA/SC.

Categorias	Notas do teste aceitabilidade global ^a		χ^2 ^b	<i>p</i> ^c
	2 – 3 (n)	4 – 5 (n)		
<i>Sexo</i>				
Masculino	4	80	0,04	0,846
Feminino	1	16		
<i>Idade</i>				
15 – 24 anos	1	26	0,01	0,941
25 – 34 anos	1	14		
35 – 44 anos	2	22		
45 – 54 anos	1	17		
> 55 anos	1	17		
<i>Escolaridade</i>				
Ensino fundamental ou menos	-	7	3,45	0,063
Ensino médio	-	33		
Graduação	4	40		
Pós-graduação	1	16		
<i>Renda familiar</i> ^d				
R\$ 350,00 a 1.750,00	-	37	0,42	0,512
R\$ 1.751,00 a 3.500,00	1	25		
R\$ 3.501,00 a 7.000,00	2	16		
> R\$ 7.001,00	1	13		
<i>Tempo de descoberta da doença</i>				
< 5 meses	-	4	1,36	0,243
5 meses a 1 ano	1	5		
1 a 3 anos	2	24		
3 a 5 anos	2	15		
5 a 8 anos	-	17		
> 8 anos	-	31		

^a O produto não recebeu nota um no teste de aceitabilidade global. ^b χ^2 : Qui-quadrado. ^c *p*: nível de significância. ^d *n* = 95 consumidores celíacos.

4. Conclusão

Os biscoitos preferidos pelos consumidores celíacos foram aqueles contendo as menores concentrações de farinha de palmeira-real (10 e 20 %). O teste de aceitabilidade global indicou que o biscoito contendo 20 % de farinha de palmeira-real foi aceitável pela maioria dos consumidores celíacos, apresentando média de $4,50 \pm 0,63$ em uma escala hedônica de cinco pontos. A intenção de consumo do biscoito contendo 20 % de farinha de palmeira-real foi de $4,30 \pm 0,69$, indicando que a maioria dos consumidores celíacos não rejeita o produto e consumiria frequentemente a todos os dias. A ausência de correlações entre as características socioeconômicas e demográficas e a preferência ou notas do teste de aceitabilidade consiste em importante resultado para essa pesquisa, pois a incorporação de farinha de palmeira-real em biscoitos foi aceitável para a maioria dos consumidores celíacos, independente de outros fatores. Por consequência, a farinha de palmeira-real surge como uma interessante alternativa na suplementação de biscoitos sem glúten, contribuindo para seu valor nutricional. Esse estudo é muito importante para a literatura científica, por existirem poucos documentos sobre o desenvolvimento de novos produtos sem glúten que complementam a avaliação sensorial com informações socioeconômicas e demográficas de consumidores celíacos. Mais pesquisas são necessárias para melhorar a oferta de produtos sem glúten de boa qualidade e com a incorporação de ingredientes funcionais aos consumidores celíacos.

Referências Bibliográficas

- AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. The definition of dietary fibre. **Report of the Dietary Fibre Definition Committee to the Board of Directors of the AAC**, v.1, p.10, 2001.
- AKUBOR, P.I.; BADIFU, G.I.O. Chemical composition, functional properties and baking potential of African breadfruit kernel and wheat flour blends. **International Journal of Food Science and Technology**, v.39, p.223-229, 2004.
- ASCHER, H.; KRISTIANSSEN, B. The highest incidence of celiac disease in Europe: the Swedish experience. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v.24, p.53-56, 1997.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. (18th ed.). Gaithersburg, M.D, USA, 2005.
- BABICZ-ZIELINSKA, E. Food preferences among the Polish young adults. **Food Quality and Preference**, v.10, p.139-145, 1999.
- CASE, S. The Gluten-Free Diet: How to Provide Effective Education and Resources. **Gastroenterology**, v.128, p.128-134, 2005.
- CATASSI, C.; RÄTSCH, I.-M.; FABIANI, E.; ROSSINI, M.; BORDICCHIA, F.; CANDELA, F.; COPPA, G.V.; GIORGI, P.L. Coeliac disease in the year 2000: exploring the iceberg. **Lancet**, v.343, p.200-203, 1994.
- FASANO, A.; CATASSI, C. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. **Gastroenterology**, v.120, p.636-651, 2001.
- GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, p. 43-152, 2004.
- GANDOLFI, L.; PRATESI, R.; CORDOBA, J.C.M.; TAUIL, P.L.; GASPARIN, M.; CATARSI, C. Prevalence of celiac disease among blood donors in Brazil. **The American Journal of Gastroenterology**, v.95, p.689-692, 2000.
- GORINSTEIN, S.; LOJEK, A.; CÍZ, M.; PAWELZIK, E.; DELGADO-LICON, E.; MEDINA, O.J.; MORENO, M.; SALAS, I.A.; GOSHEV, I. Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. **International of Food Science and Technology**, 2006. doi:10.1111/j.1365-2621.2007.01498.x.
- GRODINSKY, E. High prevalence of coeliac disease in healthy adults revealed by anti gliadin antibodies. **Annals of Allergy**, v.69, p.66-70, 1992.
- HEKMAT, S.; REID, G. Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. **Nutrition Research**, v. 26, p.163– 166, 2006.

KATINA, K.; ARENDT, E.; LIUKKONEN, K.-H.; AUTIO, K.; FLANDER, L.; POUTANEN, K. Potential of sourdough for healthier cereal products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p.104–112, 2005.

KISKINI, A.; ARGIRI, K.; KALEGEROUPoulos, M.; KOMAITIS, M.; KOSTAROPOULOS, A.; MANDALA, I.; KAPSOKEFALOU, M. Sensory characteristics and iron dialyzability of gluten-free bread fortified with iron. **Food Chemistry**, v.102, p.309-316, 2007.

LAURIN, P.; WOLVING, M.; FALTH-MAGNUSSON, K. Incorporation amounts of gluten cause relapse in children with celiac disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology Nutrition**, v.34, p.26-30, 2002.

LINDSTRÖM, M.; HANSON, B.S.; WIRFALT, E.; ÖSTERGREN, P.-O. Socioeconomic differences in the consumption of vegetables, fruit and fruit juices. The influence of psychosocial factors. **European Journal of Public Health**, v.11, n.1, 2001.

MCCARTHY, D.F.; GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; SCHOBBER, T.J.; ARENDT, E.K. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. **Cereal Chemistry**, v. 82, n.5, p.609-615, 2005.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

MELO, S.B.C. **Prevalência de doença celíaca em doadores de sangue em Ribeirão Preto**. 2003. Dissertação (Mestrado em Medicina) Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP.

MUKAI, S.; BARBIERI, D.; QUARENTEI, G.; MACHADO, M.E.O.; SOUZA, S.B. Utilização do sarraceno em dietas sem glúten. **Pediatria**, v. 1, p.51-55, 1979.

MURRAY, J.A. The widening spectrum of celiac disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.69, p.354-365, 1999.

OLIVEIRA, R.P. Prevalência da doença celíaca em candidatos a doadores de sangue em São Paulo – Brasil. **The Electronic Journal of Pediatric Gastroenterology, Nutrition and Liver Diseases**, v. 9, n.3, 2005. Disponível em: <http://www.e-gastroped.com.br/sep05/indexsep05.htm>.

ORMENESE, R.C.S.C.; FARIA, E.V.; GOMES, C.R.; YOTSUYANAGI, K. Massas alimentícias não- convencionais à base de arroz – perfil sensorial e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 4, p.67-74, 2001.

PEREIRA, A.S.; PEREIRA FILHO, R.A. **Doença freqüente, às vezes silenciosa, deve ser pesquisada e tratada**. Disponível em: http://www.riosemgluten.com/atualizaca_%20em_DC_silenciosa.htm Acesso dia: 13 dezembro de 2006.

STEVENS, F. Decreasing incidence of coeliac disease. **Archives of Disease in Childhood**, v. 62, p. 465-478, 1987.

SUDHA, M.L.; VETRIMANI, R.; LEELAVATHI, K. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. **Food Chemistry**, v.100, p.1365-1370, 2007.

THOMPSON, T. Folate, iron, and dietary fiber contents of gluten-free diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v.100, 1389-1396, 2000.

VIEIRA, M.A. **Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) e desenvolvimento de biscoito fibroso**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

VIEIRA, M.A.; TRAMONTE, K.C.; PODESTÁ, R.; AVANCINI, S.R.P.; AMBONI, R.D.M.C.; AMANTE, E.R. Physicochemical and sensory characteristics of cookies containing residue from king palm (*Archontophoenix alexandrae*) processing. **International Journal of Food Science and Technology**. 2007, doi:10.1111/j.1365-2621.2007.01568.x

ZARKADAS, M.; CRANNEY, A.; CASE, S.; MOLLOY, M.; SWITZER, C.; GRAHAM, D.; BUTZNER, J.D.; RASHID, M.; WARREN, R.E.; BURROWS, V. The impact of gluten-free diet on adults with celiac disease: results of a national survey. **Journal of Human Nutrition Dietetic**, v.19, p.41 – 49, 2006.

Conclusões

Segundo os resultados apresentados, a farinha de palmeira-real apresentou potencial para o enriquecimento de biscoitos sem glúten, principalmente por sua composição química e propriedades físicas. Além de rica fonte de fibras dietéticas e minerais, a farinha de palmeira-real demonstrou atividade antioxidante significativa, sendo superior à observada por outros autores em amostras de cereais.

Biscoitos sem glúten contendo diferentes concentrações de farinha de palmeira-real apresentaram diferenças quanto aos parâmetros de textura, o que provavelmente influenciou os resultados da avaliação sensorial realizada por consumidores celíacos. A média da aceitabilidade global dos biscoitos contendo 20 % de farinha de palmeira-real caracterizou o biscoito como aceitável.

Os resultados da pesquisa são bastante promissores para o aproveitamento dos resíduos da palmeira-real e enriquecimento de produtos sem glúten, já que estes, normalmente, apresentam baixo teor de fibras dietéticas e minerais. Novas pesquisas seriam necessárias para o desenvolvimento de biscoitos sem glúten contendo maiores proporções de farinha de palmeira-real e redução do teor de lipídeos, com o objetivo de garantir biscoitos com melhor qualidade nutricional, desde que as características sensoriais sejam preservadas. Além disso, a farinha de palmeira-real abre novas possibilidades para aplicação em outros produtos de panificação sem glúten, a fim de melhorar as opções de mercado aos consumidores celíacos e agregar valor aos resíduos do processamento da palmeira-real, que tradicionalmente são pouco valorizados.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Meu nome é Karina Nunes de Simas e estou desenvolvendo a pesquisa cujo título é **“Caracterização e aplicação do resíduo do processamento da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) em biscoitos fibrosos sem glúten”** com o objetivo de desenvolver um biscoito sem glúten enriquecido com fibras a partir da farinha da palmeira-real. Os biscoitos desenvolvidos não oferecem riscos ao consumidor, pois foram avaliados quanto à presença de glúten. Além da farinha da palmeira-real, os demais ingredientes presentes nas formulações não apresentam glúten em sua composição e são tradicionalmente comercializados nos mercados da região.

Para a avaliação sensorial deste novo produto uma equipe de julgadores não treinados será formada. Será solicitado a cada julgador que deguste o produto e avalie a preferência e aceitabilidade global, conforme escalas apropriadas.

Se você tiver alguma dúvida em relação ao estudo, por favor, entrar em contato pelo telefone (48) 3357-1731 ou 9942-2907 ou pelo e-mail kharyny@yahoo.com.br. Se você estiver de acordo em participar, posso garantir que as informações fornecidas serão confidenciais e só serão utilizados neste trabalho.

Assinaturas:

Pesquisador principal _____

Karina Nunes de Simas

Pesquisador responsável _____

Renata Dias de Mello Castanho Amboni

Eu, _____

fui esclarecido sobre a pesquisa **“Caracterização e aplicação do resíduo do processamento da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) em biscoitos fibrosos sem glúten”** e concordo que meus dados sejam utilizados na realização da mesma.

Florianópolis, _____ de _____ de _____

Assinatura: _____ RG: _____

APÊNDICE B

Convite enviado aos consumidores celíacos para a participação do teste sensorial de aceitabilidade global e intenção de consumo *in home*



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

CONVITE

Prezado (a) senhor (a),

Gostaríamos de lhe convidar para participar de uma pesquisa de mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), desenvolvida pela nutricionista Karina Nunes de Simas, que tem por objetivo o desenvolvimento de biscoitos fibrosos sem glúten a partir da utilização da farinha de palmeira-real, rica em fibras e comprovadamente segura para o consumo humano.

Para a realização do trabalho, necessitamos de no mínimo 50 participantes celíacos para a degustação e avaliação do produto. Os participantes devem ter idade acima de 15 anos, possuir a intenção de consumo de biscoito sem glúten enriquecido com fibras, ausência de diabetes e de intolerâncias ou alergias aos demais ingredientes da formulação dos biscoitos (farinha de arroz, amido de milho, açúcar mascavo, óleo de girassol, óleo de palma, essência de baunilha, sal, bicarbonato de sódio, bicarbonato de amônio, lecitina de soja, gotas de chocolate sem glúten).

É importante lembrar que as pesquisas com o objetivo de desenvolver novos produtos sem glúten, normalmente, não são realizadas com portadores da doença celíaca. Pesquisas nessa área são extremamente importantes para a divulgação do problema enfrentado pelos celíacos, já que o mercado disponibiliza, ainda hoje, um número reduzido de produtos sem glúten.

O biscoito fibroso sem glúten, desenvolvido pela pesquisa, será enviado no mês de maio a junho via correio para a sua residência. Aqueles que estiverem interessados em participar, por favor, retornem o questionário, em anexo a este convite, devidamente preenchido, através do envelope selado, presente em sua correspondência.

Agradecemos muito pela atenção e contamos com a sua colaboração!

Mestranda: Karina Nunes de Simas
Amboni

Prof^a orientadora: Dra. Renata Dias de M. C.

Qualquer dúvida ou esclarecimento entre em contato:

e-mail: kharyny@yahoo.com.br; telefones: (48) 3357-1731/ 3721-5370/ 8417-0555

APÊNDICE C

**Questionário para a coleta de dados socioeconômicos e demográficos
dos consumidores celíacos participantes da pesquisa**

Grupo dos cereais

Alimento	Nunca	Raramente	1x/semana	2x/semana	3x/semana	4x/semana	Diário
Arroz integral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Barrinha de cereal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cereal matinal Arroz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Linhaça	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Milho natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Milho em conserva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pipoca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quinoa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Grupo das leguminosas

Alimento	Nunca	Raramente	1x/semana	2x/semana	3x/semana	4x/semana	Diário
Ervilha natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ervilha em conserva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Favas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feijão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grão de bico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lentilha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Soja em grão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proteína texturizada de soja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Produtos de panificação

Alimento	Nunca	Raramente	1x/semana	2x/semana	3x/semana	4x/semana	Diário
Pães com farinha de amaranto, milho, soja ou quinoa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pães com amido de milho, fécula de mandioca, fécula de batata, polvilho doce ou azedo e farinha de arroz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biscoitos com farinha de amaranto, milho, soja ou quinoa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biscoitos tipo broa com amido de milho, fécula de mandioca, fécula de batata e farinha de arroz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cookies integrais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Você consumiria biscoito rico em fibras? () Sim () Não Por quê? _____

APÊNDICE D

Instruções para realização dos testes sensoriais *in home*

INSTRUÇÕES PARA REALIZAR A AVALIAÇÃO DO BISCOITO

Os alimentos ricos em fibras alimentares estimulam os movimentos intestinais, portanto, pessoas que estiverem com diarreia devem evitar o consumo dos biscoitos fibrosos sem glúten.

1. Por favor, leia o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido** e, se estiver de acordo, preencha com seus dados: nome, data, assinatura e RG. Os dados pessoais coletados nesta pesquisa não serão revelados, havendo a garantia de sigilo.

2. Deguste o biscoito e preencha a ficha de avaliação, **TESTE DE ACEITABILIDADE GLOBAL**, dizendo o quanto você gostou ou desgostou do biscoito de acordo com a escala de 1 a 5. Responda também com que frequência você consumiria os biscoitos fibrosos sem glúten.

3. Envie através do envelope selado, presente em sua correspondência, a ficha de avaliação do produto (**TESTE DE ACEITABILIDADE GLOBAL**) e o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, ambos, devidamente preenchidos.

**Lembre-se que a sua participação é
essencial para essa pesquisa! Obrigada!**

**Karina Nunes de Simas – Nutricionista
Renata D.M.C.Amboni – Prof. Orientadora**

ANEXOS

ANEXO A

Carta de aceite do artigo “Effect of king palm flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies” para publicação no “**International Journal of Food Science and Technology**” (IJFST-2007-02855)

Data: Fri, 30 May 2008 09:00:27 -0400 (EDT)

De: chris.smith@chester.ac.uk

Assunto: International Journal of Food Science and Technology -
Decision on Manuscript ID IJFST-2007-02855.R1

Para: ramboni@cca.ufsc.br

30-May-2008

Dear Mrs. Amboni:

Manuscript ID IJFST-2007-02855.R1 entitled "Effect of king palm flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies" which you submitted to the International Journal of Food Science and Technology, has been reviewed. The comments of the reviewer(s) are included at the bottom of this letter. The reviewer(s) have recommended publication, but also suggest some minor revisions to your manuscript. Therefore, I invite you to respond to the reviewer(s)' comments and revise your manuscript. To revise your manuscript, log into <http://mc.manuscriptcentral.com/ijfst> and enter your Author Center, where you will find your manuscript title listed under "Manuscripts with Decisions." Under "Actions," click on "Create a Revision." Your manuscript number has been appended to denote a revision.

You will be unable to make your revisions on the originally submitted version of the manuscript. Instead, revise your manuscript using a word processing program and save it on your computer. Please also highlight the changes to your manuscript within the document by using the track changes mode in MS Word or by using bold or colored text. Once the revised manuscript is prepared, you can upload it and submit it through your Author Center. When submitting your revised manuscript, you will be able to respond to the comments made by the reviewer(s) in the space provided. You can use this space to document any changes you make to the original manuscript. In order to expedite the processing of the revised manuscript, please be as specific as possible in your response to the reviewer(s).

Once again, thank you for submitting your manuscript to the International Journal of Food Science and Technology and I look forward to receiving your revision.

Sincerely,

Prof. Chris Smith

Editor-in-Chief, International Journal of Food Science and Technology

chris.smith@chester.ac.uk

ANEXO B

Parecer de aprovação do comitê de ética em pesquisa com seres humanos da UFSC

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO Nº 034/07

I – Identificação:

- Título do Projeto: **“Caracterização e aplicação do resíduo no processamento da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) em biscoitos fibrosos sem glúten”**
- Pesquisador Responsável: Renata Dias de Mello Castanho Amboni
- Pesquisador Principal: Karina Nunes de Simas
- Data Coleta dados: Início: 08/2007 Término previsto: 10/ 2007
- Local onde a pesquisa será conduzida: **Teste ordenação preferência:** Associação dos Celíacos do Brasil SC (ACELBRA-SC). **Teste de aceitabilidade in home:** Biscoito otimizado pelo teste de ordenação preferência será enviado via correio à residência do celiaco cadastrado na ACELBRA-SC.

II - Objetivos:

Objetivo Geral Determinar a composição química e as propriedades físicas dos resíduos do processamento da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) para aplicação em biscoitos fibrosos sem glúten.

Objetivos Específicos:

- Elaborar farinha a partir dos resíduos do processamento da palmeira-real (bainha foliar);
- Desenvolver biscoitos fibrosos sem glúten com diferentes concentrações de farinha de palmeira-real
- Desenvolver e validar um questionário para desenvolvimento dos testes sensoriais;
- Aplicar o questionário com indivíduos portadores de doença celíaca para recrutamento e identificação do perfil do consumidor.
- Otimizar as formulações dos biscoitos fibrosos sem glúten a partir de um teste sensorial de preferência;
- Avaliar a aceitabilidade global e intenção de consumo da formulação otimizada;
- Determinar a composição química da farinha da palmeira-real e do biscoito fibroso sem glúten;

III – Comentário.

Trata-se de projeto devidamente documentado. O tema é relevante, tendo em vista a alta incidência de doença celíaca e o oferecimento de produtos sem glúten porém ricos em carboidratos simples. Com o projeto objetiva-se apresentar um produto rico em fibras, que são essenciais para o bom funcionamento do organismo. Ademais, verifica-se que os resíduos do processamento do palmito são pouco valorizados. O princípio da autonomia está atendido, porquanto há um TCLE bem elaborado. O projeto, ademais, está em consonância com os demais princípios bioéticos, tais como da beneficência, não-maleficência e justiça.

IV – Parecer final:

Ante o exposto, somos pela aprovação do projeto em análise.

Aprovado



Prof. Washington Portela de Souza

Coordenador do CEP

Data da Reunião do Conselho de Ética: 26 de março de 2007.

Fonte: CONEP/ANVS - Resoluções 196/96 e 251/97 do CNS

ANEXO C

Ficha para avaliação sensorial do teste ordenação preferência

TESTE ORDENAÇÃO PREFERÊNCIA

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____

E-mail: _____

Instruções: Por favor, avalie as amostras codificadas de biscoitos fibrosos sem glúten da esquerda para a direita e coloque-as em ordem crescente de preferência:

Código da amostra:

_____ 1. Amostra mais preferida

_____ 2.

_____ 3. Amostra menos preferida

Comentários:

ANEXO D

**Ficha para avaliação sensorial dos testes de aceitabilidade global e
intenção de consumo *in home***

TESTE DE ACEITABILIDADE GLOBAL

Instruções:

1. Por favor, deguste o biscoito fibroso sem glúten e utilize a escala abaixo para expressar o quanto você gostou ou desgostou do produto.

1 - Desgostei muitíssimo

2 - Desgostei

3 - Indiferente

4 - Gostei

5 - Gostei muitíssimo

Código da amostra

Nota

2. Com que frequência você consumiria o biscoito?

1 – Nunca comeria

2 – Comeria raramente (um biscoito a cada 2 a 3 meses)

3 – Comeria ocasionalmente (um biscoito a cada 15 dias)

4 – Comeria frequentemente (mais de um biscoito por semana)

5 – Comeria sempre (mais de um biscoito todos os dias)

Valor atribuído _____

Comentário _____
